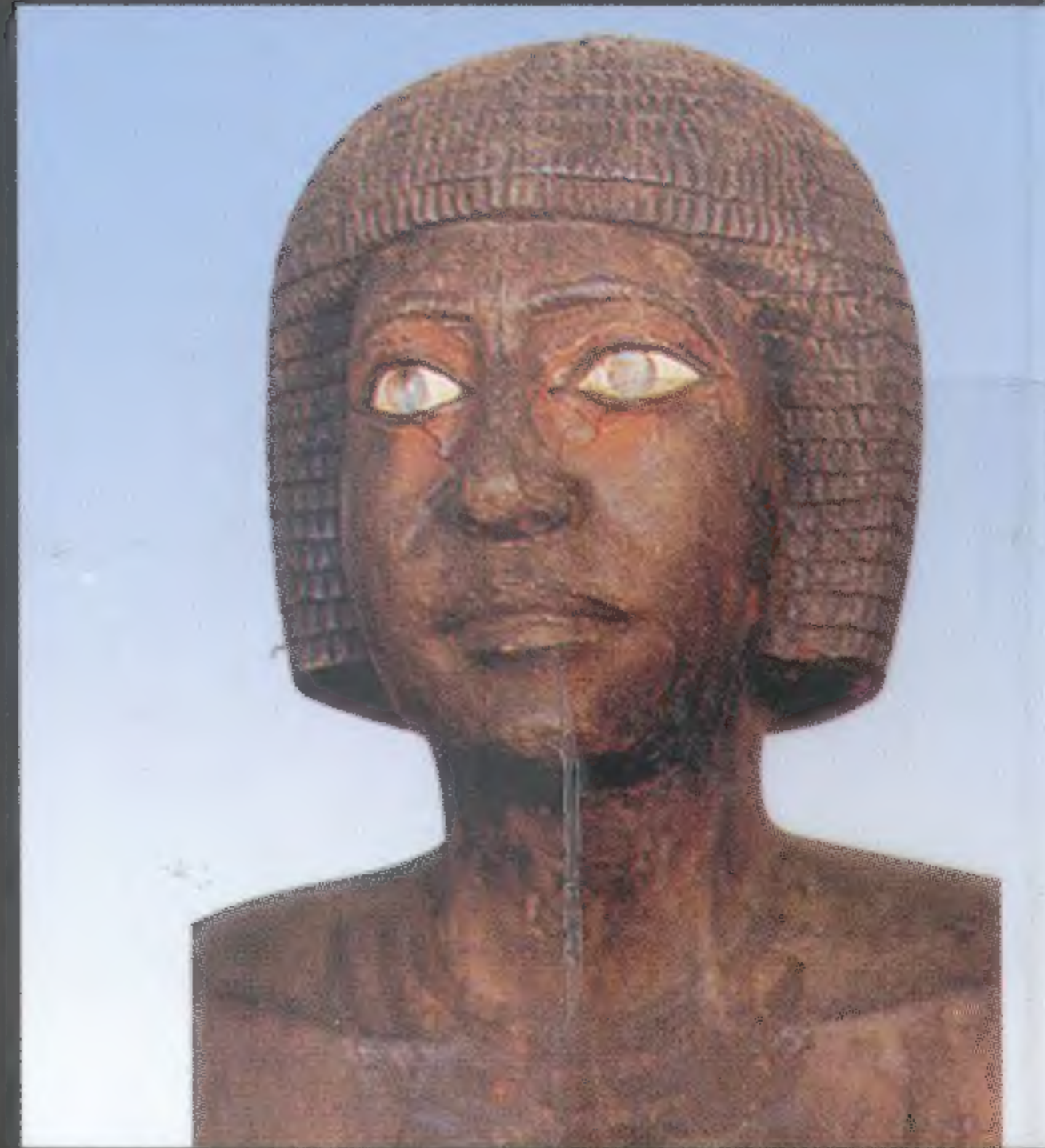


دراسات في
علاج وصيانة
الأخشاب الجافة

علاج وترميم

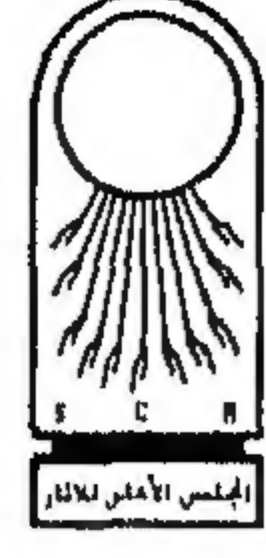
مجموعة التماثيل الخشبية التي عثر عليها بمصطبة "كاعبر"

تقديم
زاهى حواس



تأليف
د. نادية لقمة

نحو وعى حضارى معاصر
سلسلة الثقافة الاثريه والتاريخية
مشروع المائة كتاب



وزارة الثقافة
المجلس الأعلى للآثار

٤٥

دراسات فى
علاج وصيانة
الأخشاب الجافة

علاج وترميم مجموعة التماثيل الفخشية التى عثر عليها بمصطبة « كاعبر »

تأليف :

د. نادية لقمة

مدير عام الصيانة والترميم
المجلس الأعلى للآثار

رقم الإيداع ٢٠٠٥/١٥٢١٩
I. S. B. N.
977 - 305 - 833 - 6
مطابع المجلس الأعلى للآثار

إهداء

عن أبي هريرة رضي الله عنه

أن رسول الله صلى الله عليه وسلم قال :

[إذا مات الإنسان انقطع عمله إلا من ثلاث :

صدقة جارية ، أو علم ينتفع به ، أو ولد صالح يدعو له .]

صدق رسول الله

[رواه مسلم]

وأنى كل أمل ورجاء وأنا أتقدم بعملى هذا أن يتقبله الله عز وجل واسع الرحمة كعلم
ينتفع به ، علة يشفع لى يوم الحساب فسبحان من بيده ملكوت كل شىء وله الحمد والشكر
دائماً وأبداً .

تقديم

عندما توليت مسؤولية أمانة المجلس الأعلى للآثار فقد أعلنت أن المجلس يجب أن يعطى الأولوية للترميم ثم الترميم ثم الترميم . ولذلك فقد نفذنا هذا الوعد وبدأنا فى الترميم الشامل للموقع الذى يطلق عليه Site Management . وقد أكدنا أيضاً على ضرورة أن يتم الترميم بأسلوب علمى جاد بدلاً من العشوائية التى كانت تتبع فى ترميم الأثر من قبل ، وخاصة فى آثارنا الإسلامية . ونحمد الله الآن أن أعمال الترميم تسير على مستوى عالٍ جداً ، وقد شاهدت فريقاً مصرياً يعمل فى تنظيف وترميم الأخشاب بالمتحف القبطى وسعدت جداً للأعمال العلمية التى يقوم بها فريق من المرممين الشباب .

وهناك بعض المميزين من المصريين فى العمل الترميمى أشيد بهم دائماً فى المحافل الدولية والعالمية ويقومون بأعمال تفوق بعض الأجانب وقليل منهم الذى يقوم بقيادة وتعليم الشباب . ولكن أتمنى لكل شخص أن يكون له خلفاء على نفس المستوى لكى ننهض بآثارنا . ومن هؤلاء المميزين الدكتورة نادية لقمة ، فقد تابعتها منذ بداية عملها فى الترميم ووجدت المحاولات الكثيرة منها للتعلم سواء فى الداخل أو الخارج حتى استطاعت أن تصبح مميزة فى مجال ترميم الأخشاب ، وهذه الرسالة الجادة تثبت معرفتها لدقائق وأسرار هذا العمل . والمجلس الأعلى للآثار فى سبيله لافتتاح معهد على مستوى علمى للتدريب على أعمال الترميم والمتاحف ، وأعتقد أن الدكتورة نادية لقمة سوف تكون على قمة العمل التدريبى فيه .

والله الموفق ،،

د. زاهى حواس

التقديم

يمثل الترميم جزءاً كبيراً وهاماً في مجال اهتمامات علم الآثار ، وقد تطور تطوراً كبيراً خلال النصف الأخير من القرن العشرين بحيث أصبح علماً قائماً بذاته له مدارس متميزة وتجرى في مجاله الكثير من الأبحاث والدراسات الأكاديمية والتطبيقية.

وقد قام هذا العلم في مصر على أكتاف مجموعة من الرجال الأكفاء الذين أعطوا الكثير للنهوض بالترميم وأعلاء شأنه، سواء في النواحي الفنية التطبيقية بداية من شيخ المرممين المصريين الراحل الحاج أحمد يوسف والأساتذة محمد فهمى عبد الوهاب وعبد الكريم مدحت وعلى بهجت وعبد اللطيف عرفان، وغيرهم الكثير مما كانوا يعملون في المجلس الأعلى للآثار من بدايته ، وفي المجالات البحثية العلمية التي نتج عنها إنشاء العديد من المعاهد والكراسات المتخصصة في هذا المجال وأرساء قواعد مدرسة الترميم المصرية ، وعلى رأسهم الأستاذ الدكتور زكى أسكندر والأستاذ الدكتور صالح أحمد صالح اللذان كانا لهما دور كبير في إنشاء قسم الترميم بكلية الآثار جامعة القاهرة والذي كان أول قسم أكاديمي في جامعة مصرية لتدريس الترميم وذلك بالتعاون مع نخبة ممتازة من الزملاء المرممين والعلميين اللذين تولوا أعداد كوادر وأجيال جديدة من أخصائي الصيانة والترميم ، اللذين ينتشرون الآن في أرجاء مصر وفي بعض المؤسسات التعليمية والأثرية والمتحفية بالدول العربية يحملون مسؤولية الحفاظ على تراثنا.

وقد تطور الترميم في مصر تطوراً ملحوظاً حتى غدا ملاحقاً لمثيله في الخارج بأعتراف الخبراء العالميين أنفسهم، بل وصل إلى حد أن العديد من المتاحف العالمية تستعين بخبرات المرممين المصريين في مجال ترميم وصيانة الآثار المصرية التي تمثل جزءاً من معروضاتهم. وبالرغم من هذا التطور المبهر إلا أن هناك نقص ملحوظ في الكتابات والمؤلفات العربية في هذا المجال ، لذا كان من الضروري والهام تشجيع المبدعين والمتميزين في هذا المجال على أخراج أبحاثهم وأعمالهم للنور لأثراء المكتبة العربية بالمراجع والمؤلفات ليستفيد منها العاملين والباحثين في مجالات الترميم المختلفة.

ومن هنا كانت أهمية هذا الكتاب الذي قامت بتأليفه واحدة من أفضل المرممين العاملين بالمجلس الأعلى للآثار والتي تتميز بجانب الخبرة العملية التطبيقية العريضة التي اكتسبتها من العمل في مجال الترميم على مدى عشرات السنين ، بالجانب العلمي والبحثي والذي جعلها واحدة من أفضل خبراء ترميم الأخشاب على المستوى العالمي ، يستعان بها في المتاحف العالمية كخبيرة في هذا المجال.

وقد بذلت المؤلفة جهداً مميزاً في الدراسات التي قامت بها وتضمنها هذا الكتاب سواء في النواحي النظرية أو التطبيقية والتجريبية وذلك في منهج علمي بحثي تحليلي دقيق نتج عنه كتاب موسعي متكامل في مجال ترميم الأخشاب الجافة بما يتضمن النواحي الأثرية والفنية مدعماً بمجموعة توضيحية من الصور الفوتوغرافية والرسوم التوضيحية ليصبح مرجعاً يمكن الاستفادة منه بما يتضمنه من خبرات عملية و أبحاث علمية تطبيقية.

ونحن نأمل أن يكون هذا الكتاب الذى يصدر تحت رعاية المجلس الأعلى للآثار ضمن برنامج للتأليف والنشر فى حقل الآثار صدر عنة العديد من الإصدارات القيمة، بداية للمزيد من المؤلفات فى مجال الترميم للمؤلفة ولغيرها من المرممين المصريين العاملين فى مجال صيانة وترميم الآثار لإثراء المكتبة العربية فى هذا المجال، و لتصبح خبراتهم وأبحاثهم فى متناول الجميع كعلامات مضيئة على الطريق الطويل لصيانة والحفاظ على تراثنا.

والله الموفق

الدكتور محمد صالح على

المدير الأسبق للمتحف المصرى

القاهرة - سبتمبر ٢٠٠٢

المقدمة

الأخشاب مادة عضوية تتعرض للكثير من مظاهر التلف بسبب العديد من العوامل المختلفة سواء بيولوجية أو كيميائية أو فيزيائية مما يتسبب في تعرضها للتغير فى الشكل والتركيب . وقد تؤدي هذه العوامل إذا لم تتخذ الاحتياطات اللازمة من علاج وصيانة إلى تعرض الأثر الخشبي للتدهور الذى قد يصل الى حد تحلله بصورة كلية أو جزئية . ونظرا لأن المقابر المصرية باختلاف أنواعها تتميز بوجه عام بالجفاف لذا فإن المشكلة الرئيسية التى تواجه المرمم عند تعامله مع الآثار الخشبية المكتشفة هى علاج آثار ونتائج هذا الجفاف من تشوه والتفاف وإنفصال فى الألياف وظهور الصدوع والتشققات بجانب التحلل الحرارى .

ومن هذا المنطلق كانت أهمية عمل دراسات فى ترميم وصيانة الأخشاب الجافة التى تمثل المشكلة الرئيسية عند التعامل مع الآثار الخشبية بمصر، والذى هو الهدف الرئيسى لهذا الكتاب الذى يتضمن دراسة علمية بحثية تطبيقية متكاملة على مجموعة من أهم وأقدم التماثيل الخشبية التى عثر عليها بمقبرة " كاعبر " بسقارة والمحفوظة حالياً بالمتحف المصرى بالقاهرة تحت أرقام ٣٢-٣٣-٣٤ كتالوج ، بما يشمل مظاهر التدهور والتلف وطرق العلاج بأنسب المواد والأساليب بما يتناسب مع المنهج والأسلوب العلمى الأمثل الناتج عن الدراسة والبحث والتجربة.

كما يتضمن الكتاب ايضا مجموعة من الدراسات التجريبية التى أجريت على مختارات من اهم المواد المستخدمة فى تقوية الأخشاب بما يشمل تأثير عمليات التقادم على الخواص الفيزيائية لهذه المواد مثل اللون والشفافية، الأنكماش و المرونة، الذوبان وقابلية الأزالة بجانب تأثير عمليات التقادم على قيمة الأس الهيدروجينى . واستكمالا لهذه الدراسة تم تطبيق مختارات من مواد التقوية المختلفة فى الخواص على عينات من الأخشاب المتقادمة للتعرف على سلوك وتأثير هذه المواد على الأخشاب وخواصها مثل التغير فى الوزن والمظهر واللون بجانب مدى قابلية الأخشاب المقواه على أمتصاص الماء والتأثر به، وكذا تأثير هذه المواد على التركيب الداخلى الدقيق للخشب المقوى بها. كذلك تم إجراء مجموعة من الاختبارات لتحديد مدى قابلية مواد التقوية للأصابة بالفطريات.

هذا بجانب مجموعة من الدراسات التجريبية على مختارات من أهم المواد والمخاليط المائلة التى تستخدم فى عمليات تدعيم وأستكمال الأخشاب بما يتضمن تحديد الخواص العامة لها خلال وبعد عمليات الأستخدام للتعرف على سلوكياتها حتى يمكن المفاضلة بينها ، كاللزوجة وقوى اللصق، معدل الأنكماش، مظهر السطح قابلية التشكيل والصقل والأزالة والتلوين بجانب تحديد مقدار الصلابة. وأستكملت هذه الدراسة بأجراء مجموعة من الاختبارات على مختارات من المواد والمخاليط المائلة التى أعطت أفضل النتائج فى الاختبارات السابقة لتحديد خواصها الميكانيكية من حيث مدى قابليتها للأنضغاط والشد والانحناء حتى يمكن تحديد سلوكيات الخشب المستكمل بها عند تعرضه لأى ضغط ميكانيكى وبالتالي المفاضلة بينها عند الأستخدام بما يتناسب مع طبيعة والخواص الميكانيكية للأخشاب الأثرية.

وقد أستغرقت هذه الدراسات الكثير من الوقت والجهد والمثابرة لتكون على المستوى المرجو كمرجع علمى تطبيقى يمكن أن يستفاد منه العاملون فى مجال الترميم ، يشتمل على نتائج العديد من الدراسات العلمية والعملية والأبحاث التطبيقية فى مجال ترميم الأخشاب الجافة والتى يمثل بعضها جزء من رسالة الدكتوراة التى تقدمت بها لقسم الترميم كلية الآثار جامعة

القاهرة تحت إشراف وبمعاونة أساتذة أفاضل على رئسهم المرحوم الأستاذ الدكتور/ صالح أحمد صالح الرئيس الأسبق لقسم الترميم -كلية الآثار جامعة القاهرة، الأستاذ الدكتور/ ياسين زيدان الأستاذ بقسم الترميم- كلية الآثار -جامعة القاهرة ، الأستاذ الدكتور/ محمد صالح على مدير عام المتحف المصرى السابق، الأستاذ الدكتور/ محمد نبيل الحديدى الأستاذ بقسم النبات كلية العلوم جامعة القاهرة والأستاذ الدكتور/حسن فهمى أمام الأستاذ بمعمل هندسة الصخور كلية الهندسة جامعة القاهرة الذى كان له دور كبير فى الجزء التجريبي على المواد والمخاليط المألئة.

وفى النهاية فكلى أمل ورجاء ان أكون قد وفقت فى أن أضيف ولو جزء يسير إلى مكتبة الترميم بمصر التى ما زالت تفتقر الى المراجع والدراسات التطبيقية باللغة العربية . عسى أن يقبله الله عز وجل كعلم ينتفع به.

وسبحان الله الهادى إلى سواء السبيل أنه سميع مجيب ... وأن آخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين.

دكتورة/ نادية لقمة

مدير عام الصيانة والترميم
المجلس الأعلى للآثار

الباب الأول

دراسة تسجيلية أثرية
للتماثيل الخشبية المختارة

أولاً: الدراسة الأثرية

يعتبر تمثال "كاعبر"^(١) الشهير " بشيخ البلد " من أقدم وأهم التماثيل الخشبية بمصر القديمة وأكثرها تميزاً بالمستوى الفني المرتفع وروعه وإبداع التشكيل . وقد تعددت الآراء والتساؤلات فيما يختص بهذا التمثال والتماثيل الخشبية المرتبطة به ، وربما يرجع ذلك الى تداخل ظروف الكشف عنه .

ففي موسم حفائر الأثرى الفرنسى " أوجست مارييت " (٢) عام ١٨٦٠ بسقارة ، اكتشفت مصطبة كبيرة من الطوب اللبن ملحق بها حجرة خارجية بسيطة التصميم وذلك فى الجزء الشمالى من جبانة سقارة بالقرب من هرم " أوسركاف " (المصطبة رقم "٣٦" مارييت " C8 ") ، وقد عثر بهذه الحجرة داخل مشكاه محفورة بالجدار . الجنوبي على التمثال الخشبى الشهير والذى أطلق عليه عمال الحفائر عند رؤيته أسم " شيخ البلد " بسبب التقارب الكبير فى الشبه بينه وبين شيخ البلد فى قربتهم (٣) . والتمثال كان فى حالة جيدة من الحفظ فيما عدا الأرجل والقاعدة التى تآكلت تماماً ، ومع ذلك ظل طوال فترة وجودة بالمقبرة محتفظاً بوضعه واقفاً داخل المشكاة بسبب ضغط الرمال التى تراكت حوله (٤).

وقد ذكر الأثرى "ماسبيرو" (٥) أن " مارييت" لم يكن متواجداً خلال هذا الكشف بسبب رحيلة الى مواقع الحفائر بمصر العليا تاركاً مساعديه " Galbet " ، " Vassalli" (٦) للإشراف على الحفائر أثناء تغيبه وأنه خلال هذه الفترة تم اكتشاف تماثيل " رع نفر" و " كاعبر" مع عشرين تمثالاً أخرى ، وهو ما أكدته " Vassalli " (٦) فى كتابه عن الحفائر المصرية، وقد تم نشر هذا الاكتشاف فى حينة فى Academie des Inscriptions كما نشر فى Revue Archeologique خطاب موجه من " مارييت" الى " دى روج " (E. de Rouge) يذكر فيه اكتشاف عشرين تمثالاً فى سقارة والتى تماثل من وجهه نظرة فى الطراز تمثال الكاتب المعروف بمتحف اللوفر (٧) .

وفى ديسمبر ١٨٦٤ أشير لأول مرة الى أسم " شيخ البلد " حيث ذكره " رينان "

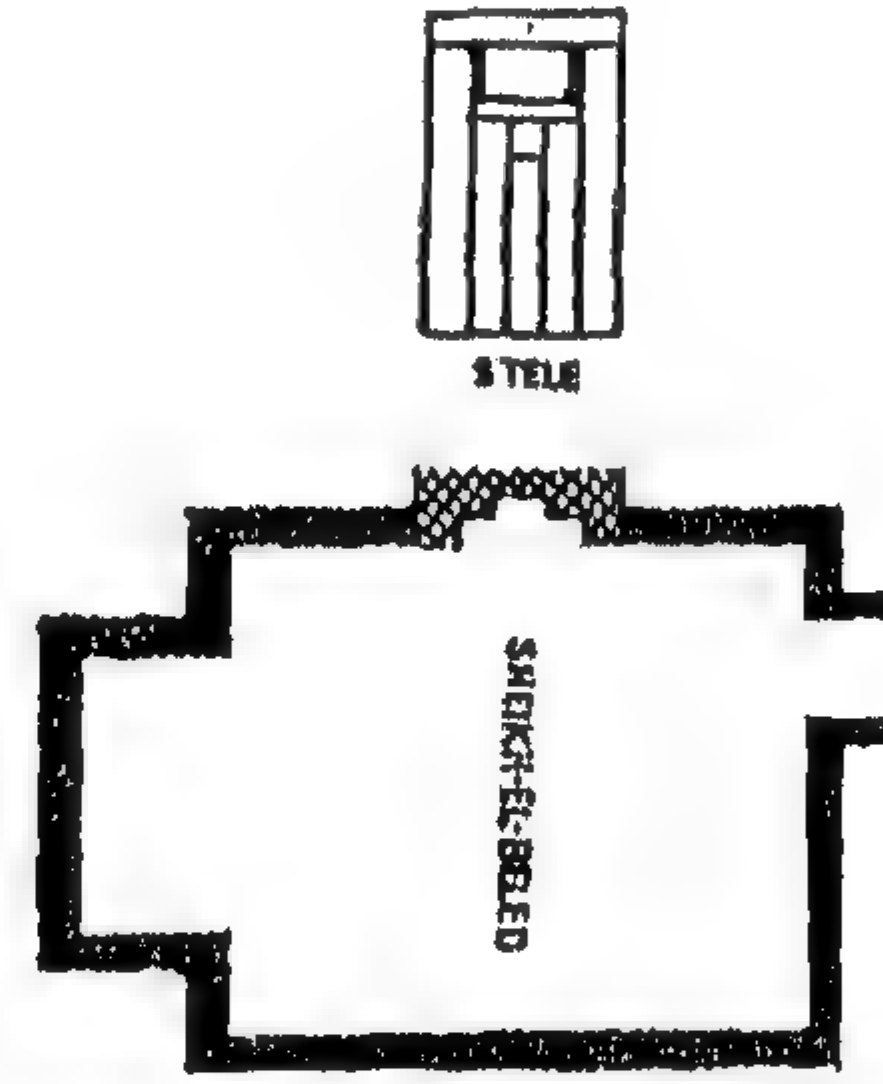
-
- (1) Porter, B., and Moss, R.; "Topographical Bibliography of Ancient Egyptian Hieroglyphic Texts Reliefs and Paintings", III². Memphis, Part 2, second Edition, Griffith Institute, Ashmolean Museum, Oxford, 1977, pp 459-460 .
- Borchardt, V.L. ; " Statuen und Statuetten von Königen und Privatleuten in Museum von Kairo", Teil I, Reichsdruckerei, Berlin, 1911, pp.32-33, No. 34 .
- Saleh, M. and Saourouzan ; " The Egyptian Museum Cairo Official Catalogue ", Verlag Philipp Von Zabern, Mainz, Germany, 1987, No. 40 .
(2) Mariette, A. ; " Les Mastabas De L'ancien Empire", Vieweg. Libraire - Editeur, Paris, 1889, pp. 127-129.
(3) Maspero, G. ; " Egyptian Archaeology ", Second Edition, H. Grevel and Co., London 1889, p. 213.
(4) Mariette, A. ; Op. Cit. , p. 129.
(5) Capart, J. ; " Some Remark on The Sheikh El Beled ", in JEA. 6, The Egypt Exploration Fund, London, 1920, p.228 .
(6) Vassalli, L. ; " I monumenti Istorici Egizi ", il Museo degli Scavi d'antichità Eseguiti per Ordine di S.A. il Vicere Ismail Pascia, Notizia Sommaria, Milan, 1867, pp. 16-17.
(7) Capart, J. ; Op. Cit. , p. 228 .

" Renan " ^(١) مبدىا أعجابه بروعة تشكيلة مع الإشارة الى العثور على تمثال زوجته بجواره وقد أطلق على تمثال " كاعبر " فى حينه أسم "أوسابتاح " Ptah - Se " "صهر الملك إلا أن " كابارت " Capart " ^(٢) اوضح أن " رينان " قد خلط فى الأسم بين " كاعبر " وبين " Ptah-shepses " صاحب اللوحة الكبيرة التى عثر عليها " مارييت " فى نفس الفترة . وخلال معرض باريس عام ١٨٦٧ بدأ العالم بأسره يتحدث عن هذا التمثال الفريد فى الفن المصرى وأطلق عليه اسم " رع - إم - كا " " Ra - em - Ke " . وقد ذكر ماسبيرو ^(٣) انه كان يعمل مشرفا على العمال فى زمن بناء الأهرمات وانه ينتمى الى طبقة الشعب الوسطى ، ثم عاد عام ١٨٩٥ وأطلق عليه أسم " Kaapirou " ذكرا أنه ربما كان أحد قيادات العمال الذين بنوا الهرم الأكبر. بينما يرى " Lenormaut " أن " كاعبر " من أصل متواضع حظى بشرف الحصول على زوجة من دم ملكى ^(٤) .

وخلال شتاء ١٩٠٣ - ١٩٠٤ قامت " مارجريت مري " M. Murray " مع مجموعة من الباحثين فى علم المصريات بفتح وإعادة دراسة عدد من المقابر التى أكتشفت بواسطة " مارييت " ، ومنها مقبرة " كاعبر " ، وقد نشرت نتائج هذه الدراسات والتى تضمنت وجود لوحة من قطعة واحدة من الجرانيت الوردى فى الحائط الغربى للغرفة الخارجية للمصطبة محفور عليها صف واحد من الكتابة المصرية القديمة تذكر أن صاحب اللوحة هو " كاعبر " وأنه رئيس الكهنة المرثلين ^(٥) [شكل رقم (١-٢)].

شكل رقم (١)

رسم تخطيطى للحجرة الخارجية بمصطبة "كاعبر" كما نشرته " Murray " وهو يوضح موضع تواجد اللوحة الجرانيت التى يوجد عليها صف الكتابة ويلاحظ حجم المشكاة الكبير حيث عثر على تمثال "كاعبر" ^(١).



شكل رقم (٢)

صف الكتابة المحفور على اللوحة الجرانيت السابقة ^(١).



ومن هنا نرى أن " كاعبر " قد أطلق عليه العديد من الأسماء وهى ^(٦) :-

Ka - aper , Ptah - Se , Ra -em - Ke , Ramke , Kaapirou,
هذا بجانب " Akhet - hetep - her " الذى وجد على مائدة قرابين مستديرة من الرخام

^(١) Renan, e. ; "L'Ancienne Egypt ", in Melanges d'histoire et de Voyages , Paris , 1878, p44.

^(٢) Capart , J. ; Op. Cit. , p. 229.

^(٣) Maspero , G. ; Op. Cit. , pp. 212 - 213.

^(٤) Capart , J. ; Op. Cit. , p. 229.

^(٥) Murray , M. ; " Saqqara Mastabas " , Egyptian Research Account , Tenth Year 1904, Part I , Histories and Mysteries of Man LTD . London , 1989 , pp. 4-5 Pls. III ⁵ , XXXII.

^(٦) Capart , J. ; Op. Cit. , p. 230 .

أكتشفت وسط الحجرة التي عثر على التمثال بها^(١).

أما فيما يتعلق بعصر صاحب التمثال ، فقد اختلفت الآراء ما بين الأسرة الرابعة والخامسة^(٢) حيث رجح " مارييت " و " ماسبيرو " رجوعه إلى عصر الأسرة الرابعة وقد أُنْفَق معهم في الرأي كلا من " Michalowski " و " نوبلكور " Noblecourt " وبتري^(٣) ، بينما رجح " بورخاردت Borchardt " إرجاعه إلى الأسرة الخامسة وأُنْفَق معه كلا من " Yoyotte " و " Lange " في الرأي .

ويرى " سميث " ^(٤) أن تصميم المصطبة يرجع تاريخها إلى الأعوام الأخيرة من الأسرة الرابعة وأن اللوحة الجرانيت المنقوش عليها أسم صاحب المقبرة تتفق مع هذا التاريخ ، ألا أنه يرى إمكانية إرجاع التمثال إلى النصف الأول من الأسرة الخامسة ويتفق كلا من " Wilding " و " Aldred " ^(٥) و " صالح " ^(٦) معه في الرأي . وقد أرجع كتاب " بورتر وموسى " Porter and Moss " التمثال إلى أواخر الأسرة الرابعة أو أوائل الأسرة الخامسة^(٧) .

أما تمثال المرأة التي أطلق عليها " زوجة شيخ البلد " ^(٨) فقد ذكر " مارييت " ^(٩) أنه قد عثر عليه بمقبرة " كاعبر " بالقرب من المدخل وسط الرمال، حيث كان في حالة سيئة من الحفظ نتيجة تآكل نصفه السفلى والأذرع بحيث لم يتبق منه إلا الجذع. وقد ذكرت نفس المعلومة في دليل متحف بولاق عام ١٨٦٤ ، كما ذكرها " Renan " في إحدى مقالاته بعد حديثه عن شيخ البلد وكذا " Lenormant " مع محاولة وصف خصائصها.

أما " Arther Rhone " فقد كتب في عام ١٨٧٧ أن جذع تمثال زوجة " كاعبر " كان ملقى على مسافة قريبة منه وأن طرازة يدل على نشأة أكثر رفيا عن زوجها، وأنها ربما كانت امرأة ذات نشأة أجنبية أو مرتبة عالية ^(١٠). ألا أن " ماسبيرو " ^(١١) اختلف معه في الرأي حيث ذكر في كتابة الحفائر المصرية أنها طراز جيد لامرأة مصرية من الطبقة الوسطى. وقد أكدت

(1) Murray , M. ; Op. Cit. , p. 4 , PL. III 4

- Capart, J. ; Op. Cit. , p. 230 .

(2) Vandersleyen ,Cl. ; " La Date du Cheikh El Beled " , in JEA. 69 , The Egypt Exploration Society , London , 1983, pp. 61 - 65.

- Capart , J. ; Op. Cit. , p 230 .

(3) Petrie , W .M. ; " Arts and Crafts of Ancient Egypt " , A.C.McClurg and CO.,Chicago , 1910 , p. 33.

(4) Smith , W.S. ; " A History of Egyptian Sculpture and Painting in The Old Kingdom " , Oxford University Press , London , 1446, pp. 48 - 49.

(5) Aldred , C. ; " Old Kingdom Art in Ancient Egypt " , Alec Tiranti LTD.London , p. 34 , No . 39.

(6) Saleh , M. and Sourouzian ; Op. Cit. , pl. 40 .

(7) Porter , B. and Moss , R. ; Op. Cit. , p. 459 .

(8) Wildung , D . and Schoske , S. ; " Nofret - Die Schane , Philipp von Zabern , Mainz , Germany 1984 , No. 20 .

- Borchardt , V.L . ; Op. Cit. , pp. 31 - 32.

(9) Mariette,A. ; Op. cit. , p. 129.

(10) Capart , J. ; Op. Cit. , p . 230.

(11) Maspero , G . ; Op. Cit. , p. 214 .

" Murray " (١) أن الرئيسى " روبي " الذى كان رئيساً لعمال حفائر " مارييت " فى وقت اكتشاف المصطبة قد أفادها أن تمثال الزوجة قد عثر عليه فى الاتجاه الشمالى بجوار الباب المؤدى الى خارج المقبرة .

والتمثال الثالث الذى يرتبط بهذه المجموعة تمثال خشبى لشاب فى الهيئة الرسمية (٢) ، وهو يعتبر أكثر هذه المجموعة غموضاً فمن المؤكد كما ذكر " بورخاردت " (٣) وغيره من الباحثين أنه قد عثر عليه فى سفارة فى يناير ١٨٦٠ فى نفس الوقت مع تمثال " كاعبر " وزوجته أى أنه كان أحد التماثيل العشرين التى عثر عليها فى هذا العام ، إلا أنه لم يعثر على مايؤكد بصورة قاطعة أى المقابر ينتمى إليها التمثال ، هذا بجانب أن " مارييت " لم يشر اليه بأى صورة ، وربما يرجع ذلك الى عدم تواجده فى موقع الحفائر عند الكشف عن هذه التماثيل وبالتالي عدم معرفته لجميع تفاصيل وقائع الكشف . هذا بجانب العدد الكبير من التماثيل التى اكتشفت فى نفس الوقت والتى تضاعلت معها أهمية التمثال الذى تأكل جزء كبير منه بسبب الأصابات الحشرية التى لم تترك منه إلا النصف العلوى فقط . بجانب أن بعض التماثيل الأخرى المكتشفة كانت فى حالة جيدة من الحفظ ومستوى عال من الناحية الفنية مثل تماثيل " رع نفر " مما أدى الى استحواذها على معظم الاهتمام .

ويؤكد هذا رأى أن تمثال " كاعبر " بالرغم من تميزه لم يلق الاهتمام الكافى إلا بعد معرض باريس عام ١٨٦٧ ، هذا بجانب أن التسجيل الأثرى فى ذلك الوقت مع العدد الهائل من الأكتشافات التى كانت تتم بصورة متتابعة لم يكن دقيقاً كما هو متبع حالياً . وهناك احتمال أن هذا التمثال حفظ مع غيره من التماثيل التى تعرضت لتلف شديد داخل مخازن الآثار حتى تم نقله فيما بعد إلى متحف بولاق .

وقد أثار " كابارت " (٤) فى مقالة نشرها عام ١٩٢٠ رأى فحواه أن هذا التمثال هو التمثيل الرسمى لتمثال " كاعبر " وأعتمد فى تأكيد هذا رأى على ما أستخلص مما عثر عليه من تماثيل فى المقابر المختلفة والتى تؤكد وجود تقليد وضع تماثيل للمتوفى فى المقابر تمثلة فى هيئتين مختلفتين ، الأولى فى الهيئة العادية حليق الرأس يرتدى النقبة الطويلة التى تخفى الركبتين مع أظهر صفاته التشريحية . أما فى الثانى فيمثل فى الهيئة الرسمية فى صورة مثالية مرتدياً الشعر المستعار والنقبة الرسمية القصيرة الملتصقة بالجسم والتى عادة ما تكون ذات ثنيات على الجانب . وفى هذه التماثيل كان الفنان بوجه عام لا يلتزم بالتشابه بين ملامح المتوفى والتمثال الذى يمثله إلا أنه كان يراعى كتابه الأسم على القاعدة .

وقد ذكر " كابارت " (٥) العديد من الأمثلة على هذا التقليد فى أسيوط ومير ودهشور وسفارة ، منها مجموعة التماثيل الخشبية " لنخت " (٦) التى عثر عليها بمدينة الموتى بأسيوط عام ١٨٩٣ وترجع لعصر الانتقال الأول

(١) Murray , M. ; Op. Cit. , p. 4 .

(٢) Vandier , J. ; " manel D'archeologie Egyptienne " , Tome III , Les Grandes Epoques La statuaire , Editions A.ETJ . picord ETC Ie , paris , 1958 , p. 125 .

- Porter , B. and Moss , R. ; Op. Cit. , pp. 724 - 725 .

(٣) Borchardt , V.L. ; Op . Cit . ; p. 31 , No. 32 .

(٤) Capart , Ê. ; Op. Cit. ; pp. 225 - 233 .

(٥) Ibid. ; pp. 225 - 226 , Pls. XXIV-XXVI .

(٦) Vandier , J. ; Op. Cit. , pp. 155 - 161 , Pls. III 1- 4 - 5 - 6 .

[صور رقم (١١ - ب)]^(١) وهي تمثله في الهيئتين السابقتين في صورة مختلفة تماماً في الزى والمظهر والملامح والصفات العامة ، بحيث لا يمكن الجزم بأنها تمثل صورة واقعية متشابهة لصاحب التمثال المحفور أسمة على القاعدة [محفوظين حالياً بالمتحف المصري بالقاهرة ومتحف اللوفر بباريس] . والتمثالين الذين عثرا عليهما عام ١٨٩٤ في جبانة " مير " بمقبرة " نى عنخ بى " Ni Ankh Pepi " ^(٢) التى ترجع الى الأسرة السادسة والتمثالان يمثلان صاحب المقبرة في نفس الوضعين السابقين مع الاختلاف الكامل فى الهيئة والملامح [صور رقم (١٢ - ب)] [محفوظين حالياً بالمتحف المصري] . ومجموعة التماثيل التى عثر عليها " دى مورجان " بالمقبرة رقم " ٢٤ " بمصطبة من عصر الدولة القديمة بجبانة " دهشور " ^(٣) .

هذا بجانب مجموعة تماثيل " ميثيتى " Methetie " ^(٤) التى عثر عليها بسقارة وترجع الى عصر الأسرة الخامسة [صور رقم (١٣ - ب)] [محفوظين حالياً بمتحف بروكلين بنيويورك ومتحف الفنون الجميلة ببوسطن ومتحف كنساس سيتى] ، ومجموعة تماثيل " أبى " التى عثر عليها بسقارة و ترجع الى الأسرة السادسة والمحافظة حالياً بالمتحف المصري بالقاهرة ، وغيرها من الأمثلة التى تزخر بها متاحف العالم .

أما مصطبة " رع نفر Ra nufer " الكاهن الأعلى لبتاح ^(٥) التى اكتشفت ضمن حفائر " مريت " بسقارة عام ١٨٦٠ والتى ترجع الى بداية الأسرة الخامسة وتتشابه الى حد كبير فى الشكل والتصميم مع مصطبة " كاعبر " [شكل رقم (٣)] فقد عثر بداخلها على تماثيلين لصاحب المقبرة يعتبران مثالا آخر لنظام الطرازين المختلفين (صور رقم (٤ - أ ب)] ويلاحظ أن هناك تشابه كبير بين موضع العثور على التماثيل بالمقبرة وموضع العثور على التماثيل بمقبرة " كاعبر " . فتمثالا " رع نفر " عثر عليهما فى وضع الوقوف داخل المشكاة التى تواجه باب الحجرة الخارجية الملحقة بالمصطبة وكذا تمثال " كاعبر " . أما تمثال زوجة " رع نفر " فعثر عليه فى الزاوية بجوار الباب ، بينما التمثال الذى يعتقد أنه لزوجة " كاعبر " فقد عثر عليه بجوار الباب مقلوبا فى الرمال وربما يرجع ذلك إلى تآكل الجزء السفلى منه مما تسبب فى سقوطه وانزلاقه إلى مدخل الحجرة ^(٦) .

ويلاحظ فى الرسم الذى نشره " مارييت " لمقبرة " كاعبر " فى تسجيل الحفائر أنه رسم المشكاة التى عثر على تماثيل " كاعبر " بداخلها كفتحة صغيرة فى الحائط المواجه لباب الدخول ، بينما فى مقبرة " رع نفر " فإن المشكاة التى عثر على التماثيل بداخلها ذات حجم كبير ، ألا أنه بالرجوع إلى الرسم الذى نشرته " Murray " [شكل رقم (١)] بعد دراستها لمقبرة " كاعبر " ، نجد أن المشكاة التى عثر على تماثيل " كاعبر " بداخلها تحتل معظم الحائط مما يعطى انطباع باحتمال وجود تماثيل يتبع الطرازين المختلفين .

(١) Delange , E. ; "Catalogue Des Statues Egyptiennes du Moyen Empire " , Musee du Loure , Editions de la Reunion des Musees Nationaux , Paris , 1987 , pp. 151 - 155 , 158 - 159 .

(٢) Borchardt , V.L.; Op. Cit. pp. 52 , 154.

(٣) Capart , J. ; Op. Cit. , p . 226 .

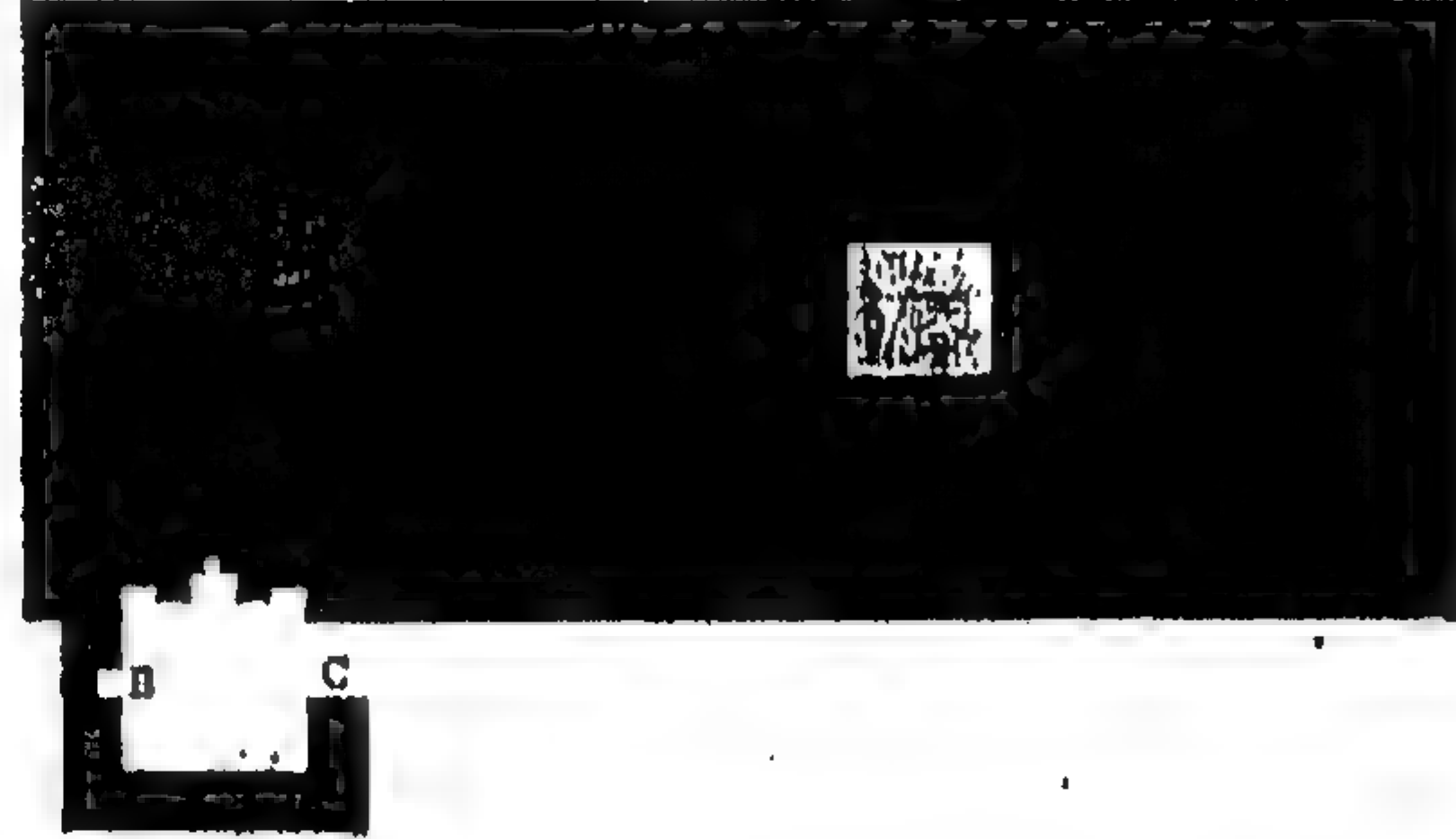
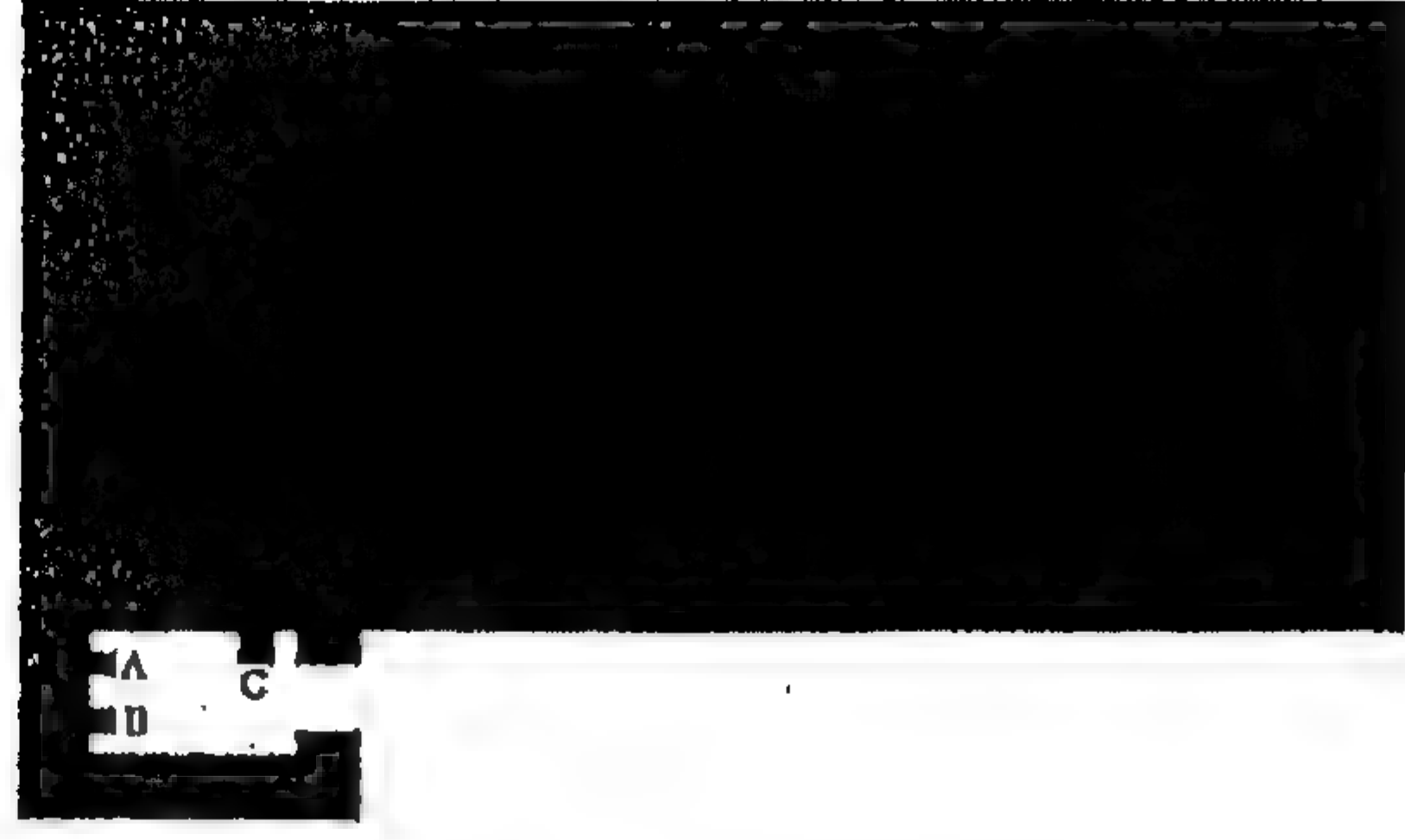
(٤) Kaplong , p. ; " Studie Zum Grab Des Methethi " , Abegg - Stiftung Bern , Gerneny 1976 .

(٥) Saleh , M. and Sourouzian ; Op. Cit. , pp. 45 - 46.

(٦) Capart , J. ; Op. Cit. , pp . 227 - 228 .

شكل رقم (٣)

رسم تخطيطي لمصطبتى "رع نفر" (مباريت C.5) و "كاعبر" (مباريت C.8) كما رسمهما "مريت"، يوضح أماكن العثور على التماثيل حيث "A, B" فى الرسم الأول أماكن تماثلى "رع نفر"، "C" تمثال السيدة، بينما "B" فى الرسم الثانى موضع تمثال "كاعبر"، "C" تمثال السيدة، ويلاحظ التشابه الكبير بين تصميم المصطبتين وموضع العثور على التماثيل (١).



- ومما سبق يمكن أجمال أهم النقاط التى ترجح الرأى الذى أثارة "كاريات" فيما يلى :-
- * أن تمثال الشاب عثر عليه فى سقارة ضمن حفائر مارييت عام ١٩٦٠ مما يرجح أنه أحد التماثيل العشرين اللذين عثر عليهم فى نفس الوقت بما يتضمن تماثلى "كاعبر" و "السيدة".
- * ظروف الكشف المتداخلة من غياب مارييت عن منطقة الحفائر عند الكشف مع العدد الكبير من التماثيل المكتشفة وتراوحها فى الحالة والمستوى الفنى بجانب قصور عمليات التسجيل فى هذا الوقت أدى إلى تداخل وفقدان الكثير من المعلومات عن وقائع الكشف مع إمكانية التغاضى عن تسجيل التماثيل التى تعرضت للتلف بصورة كبيرة لتوجيه الأهتمام للتماثيل المميزة مثل تماثيل "رع نفر".
- * وجود تقليد وضع طرازين مختلفين من التماثيل بالمقابر فى مصر القديمة يمثلان صاحبهما فى الهيئة الرسمية والهيئة العادية مع عدم ضرورة تماثل الملامح فى هذين الطرازين.
- * تمثال الشاب يمثل مقاييس الكمال فى هذا العصر لرجل فى الهيئة الرسمية بالأسلوب المتكامل مع تمثال "كاعبر" الذى يمثل فى الهيئة العادية ليعطوا معاً الشكلين اللذين مثلوا فى مقبرة "رع نفر" وجبانة دهشور وأسيوط ومير.
- * المشكاة التى عثر بداخلها على تمثال "كاعبر" تحتل معظم الحائط مما يرجح احتمال وجود أكثر من تمثال بداخلها.
- * التشابه بين وضع التماثيل وتصميم مقبرتى "رع نفر" و "كاعبر" يرجح احتمال التشابه فى عدد التماثيل أيضاً.
- * العالم الأثرى "بوخاربت" سجل فى كتالوج المتحف المصرى تمثال "الشاب" ثم "السيدة" ثم "كاعبر" مع أعطائهم أرقام متتابعة (٣٢-٣٣-٣٤ كتالوج).

* تعرضت التماثيل الثلاثة للتلطف الذى قضى على القاعدة والأرجل مع تشابه تمثال "الشاب" و "السيدة" فى نشر الجزء السفلى من الجسم بنفس الأسلوب .

* وجود العديد من نقاط التشابه فى أسلوب الصناعة المستخدم فى التماثيل الثلاثة . أما نقاط الاختلاف فيمكن أرجاعها إلى اختلاف حجم ونوعية الأخشاب المستخدمة فى التشكيل .

* بالرغم من أن الدراسة المقارنة للتماثيل الثلاثة من الوجهه الفنية والتشكيلية قد أكدت بالإضافة لوجود العديد من نقاط التشابه ، وجود بعض أوجه الاختلاف إلا أنه يمكن إرجاع معظم هذه الاختلافات إلى الاختلاف الكبير الذى كان متبعاً ويراعى بين التماثيل التى تمثل المتوفى فى الهيئة العادية عنها فى الهيئة الرسمية التى كانت تتبع قواعد وأسس ثابتة صارمة غير قابلة للتغير بعكس تماثيل الهيئة العادية التى تميزت بحرية التعبير والتشكيل مع الميل إلى الواقعية . كما يمكن إرجاع هذا الاختلاف أيضاً إلى ما أكدته الدراسة المقارنة من أن الفنان الذى قام بتشكيل تمثال " الشاب " يختلف تماماً عن الفنان الذى قام بتشكيل تمثال "كاعبر" وهو أمر كان شائعاً فى مصر القديمة فالفنان الأول تقليدى مقلد أكثر منه مبتكر أما الثانى فمميز ، مبتكر على درجة كبيرة من البراعة الفنية والتشكيلية وإن كان ذلك لا يقلل من براعة الفنان الأول إذ أن تمثال الشاب يتميز بالجمال ودقة التشكيل فى حدود ما كان يصرح به فى مثل هذه النوعية من التماثيل .

ومما سبق نجد أن هناك العديد من الأدلة التى ترجح وجود تمثال آخر " لكاعبر" يمثله فى الهيئة الرسمية مع إمكانية أن يكون تمثال الشاب السابق (رقم " ٣٢ " كتالوج) هو هذا التمثال .

ثانياً: التسجيل الأثرى ووصف الحالة

(أ) : تمثال "كاعبر" المسجل تحت رقم " ٣٤ " كتالوج :

١- الوصف الأثرى : [صوررقم (٨-٧-٦-٥)]

التمثال يمثل صاحبه فى سن متقدمة يقف الوقفة التقليدية فى مصر القديمة ، متقدماً بالقدم اليسرى خطوة إلى الأمام رمزاً إلى نشاطه فى السعى ، قابضاً باليد اليسرى الممتدة للأمام على العصا الطويلة Lieber بها عن وجاهته وأهميته بينما يتدلى الذراع الأيمن بامتداد الجسم لينتهى بيد كانت تقبض على إحدى علامات الشرف (ربما صولجان فى وضع أفقى - مفقود حالياً) . وهو يرتدى النقبه الطويلة التى تخفى الركبتين وتنتهى بطيه كبيرة على الجانب الأيمن ، ويظهر أعلى يسار الطيه بجزء نصف بيضاوى بارز يمثل نهاية عقدة تثبيت النقبه حول الجسم .

وقد أبدع الفنان فى التعبير عن واقعية الخصائص الشخصية "الشيخ البلد" فى السن المتقدمة مما ميزة عن غيره من تماثيل الدولة القديمة وجعله قطعة فريدة مميزة فى التعبير وروعة التشكيل ، فالوجه مستدير لحيم تغلب عليه علامات الهدوء ، ذو ذقن صغير لا تظهر بوضوح بسبب بدانة الوجه . والأنف صغير ذو خطوط مرنة وفتحتين عميقتين متقاربتين ، بينما الفم رقيق ذو شفتين قليلتي الأنفراج ، ترتسم عليهما ابتسامة خفيفة ، وقد تعدد الفنان زيادة تحديد خط الوسط بين الشفتين مع بساطة تحديد الحواف لزيادة الإحساس بالواقعية . أما العينان فمسلوبتان الشكل يحيطهما إطار من المعدن ينتهى بجزء ممتد عند الحافة الداخلية ، وهما مطعمتان بحجر أبيض معتم يمثل بياض العين تتوسطه قرنية شفافة تعكس الضوء مما يضفى على العين الإحساس بالحيوية ، بينما القرنية ذات لون رمادى مخضر يتوسطها جزء دائرى قائم اللون يمثل الحدقة (إنسان العين) ، وقد تعدد الفنان فى هذا التمثال التعبير عن الجفن العلوى للعين بتشكيلة فى الخشب كخط غائر يعلو الإطار المعدنى . ويعلو العينين حاجبان مقوسان قصيران غير واضحين المعالم .

وقد مثل الفنان الشعر بالبرليف البارز بحيث يبدو شديد القصر - ربما لسهولة وضع الباروكة عالية - وهو مصفف للخلف مظهراً جبهه عريضة ومقصوص بحيث يعطى تأثير خطوط موجية فى شكل تعرجات أفقية تحيط بالرأس وتظهر الأذنين اللذين أهتم الفنان بإبرازها والتعبير عن تفاصيلهم بدقة ، وترتكز الرأس على عنق قصير يكتظ باللحم . ويلاحظ أن الرأس تميل قليلاً إلى الاتجاه الأيسر .

أما الجسم فهو بدين ذو خطوط مرنة تعطى الانطباع بالتقدم فى السن مع الوقار . فاللحم مكثس فوق الأكتاف وعلى جانبي الظهر فى شكل تجعدات جانبية ، والبطن منتفخة تبدأ من أسفل الصدر مما نتج عنه إختفاء الخصر . وقد زاد من واقعية تشكيل البطن تعدد الفنان تشكيل الحافة العليا للنقبه من الأمام أسفل البطن بينما شكلها من الخلف عند الخصر ، وهو الوضع الطبيعى فى حالة البدانة ، هذا بجانب أن النقبه فضفاضة من الأمام عند اتصالها بالساقين بينما تلتصق بالساقين تماماً من الخلف . كما عبر عن "الخاصرة" بجزء غائر هلالى الشكل فى وسط البطن أعلى طية النقبه. أما حلمتى الصدر فمثلاً على شكل جزء إسطوانى صغير مثبت فى وسط الصدر .

وبالرغم من إهتمام الفنان بتشكيل تفاصيل الوجه والشعر والتعبير عن بدانة الجسم ، إلا أنه لم يهتم بالتعبير عن تفاصيل الذراعين والساقين ، وربما يرجع ذلك لرغبة الفنان في زيادة الإحساس بترهل الجسم ورفاهية صاحبه ووضع الإجماعى الذى جنبه الحاجة لبذل أى مجهود عضلى . والتمثال كان مغطى بطبقة من الجسو لإعطاء أرضية مستوية ناعمة مناسبة للتلوين ، حيث الجسم كان ملون باللون البنى الذى يميل للبرتقالى والشعر باللون الأسود .

ويتميز هذا التمثال بالبساطة الرائعة والإنسيابية الجذابة والواقعية التى يؤكد لها الرأس ذو الشعر القصير والجسم البدين ، وهو ينتمى إلى مدرسة منف التى أمتازت بدقتها الظاهرة وصدق التمثيل والإتقان فى الصنعة حيث كانت تهتم بإعطاء التمثال الملامح الحقيقية للشخص الذى يمثله فى صورة أقرب إلى الطبيعة مع جمال التصوير والنحت وتناسب وروعة التشكيل.

المقاسات :

الطول	: ١١٤ سم (بدون القاعدة)
محيط الكتف	: ٨٤ سم
محيط الخصر	: ٦٩ سم
طول النقبة من الأمام	: ٣٦ سم
طول النقبة من الخلف	: ٤٢ سم

٢- وصف الحالة :

• التمثال مشكل من جزء مصمت من ساق شجرة كاملة القطر ، وقد تسبب ذلك فى وجود العديد من الشروخ معظمها فى الاتجاه الطولى ، وبعضى هذه الشروخ متسع عميق فى الاتجاه الشعاعى والبعض دقيق سطحى ، منها الطويل المتصل والقصير المتقطع . وقد أدى وجود هذا الكم الكبير من الشروخ المتنوعة والمنتشرة بجسم التمثال إلى أضعاف بنيته مع وجود أجزاء شبة منفصلة ، بجانب تشوه المنظر العام . [صور أرقام (٥-٦-٧-٨)] ، [أشكال أرقام (٤-٥-٦-٧)] .

• بعض أجزاء من جسم التمثال تأكلت خلال فترة الدفن (كما هو مذكور فى تسجيل الحفائر)^(١) وقد تم أستكمالها فى عمليات الترميم التى تمت بعد الكشف عن التمثال بإستخدام خشب حديث ، وذلك عند القدم اليسرى ومعظم الجزء الأمامى من الساق وكذا الجزء الأمامى من القدم اليمنى والقاعدة بجانب الخابور المربع الخاص بتثبيت لسان ساعد الذراع الأيسر بالعضد (شكل ٤-٦) .

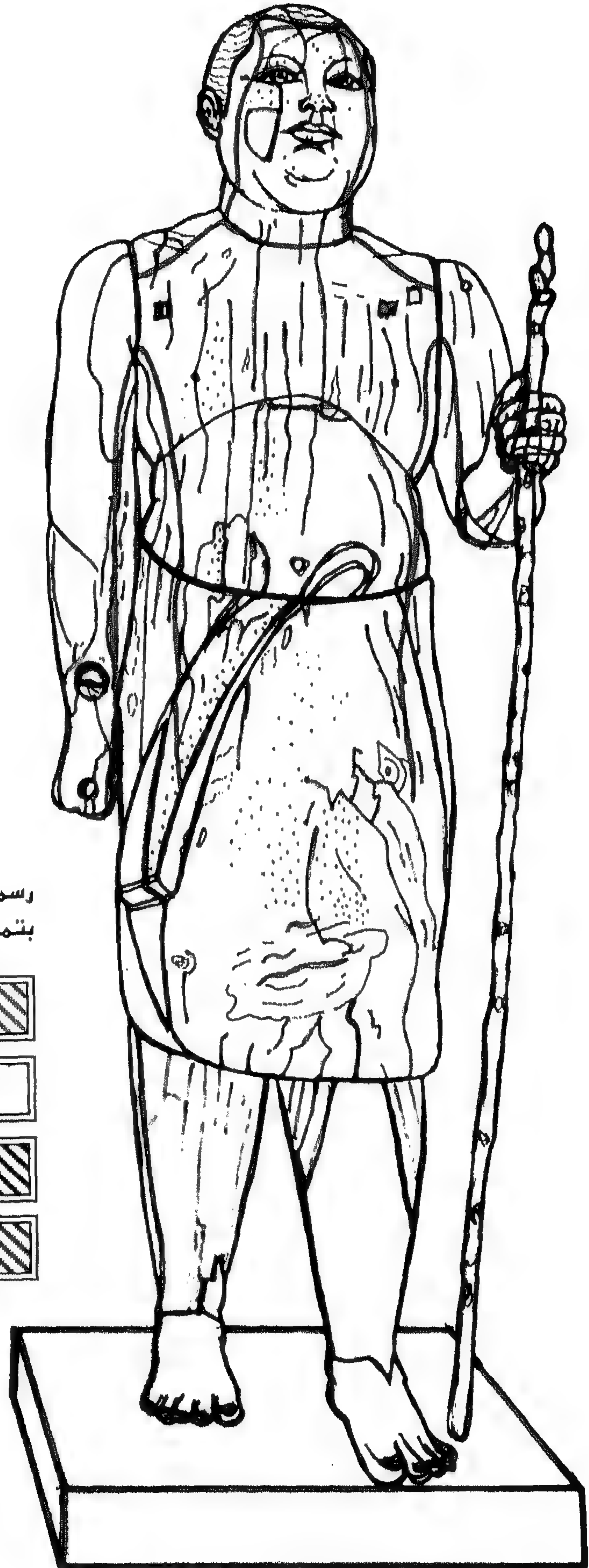
• اتصال التمثال بالقدمين الحديثين غير ثابت بجانب وجود فراغات بينهم مما أدى إلى عدم ثبات التمثال واهتزازة عند تعرضه للحركة .

• القاعدة الحديثة للتمثال لا يوجد بها الثقب المستدير الغائر الخاص بتثبيت العصا الطويلة التى يقبض عليها باليد اليسرى مما أدى إلى تحركها إلى جانب القدم اليسرى بدلاً من أمامها [صورة رقم (٧)] .

(١) Capart, J.; Op. Cit. , p. 277 .

- سطح خشب التمثال بوجه عام ضعيف سهل التحول إلى مسحوق عند التعرض للاحتكاك خاصة في الجزء الداخلى للنقبة بين الساقين وبالجانب الأيمن .
- تحول سطح الخشب في بعض المواضع إلى طبقة ملساء هشة فاتحة اللون سهلة الانفصال ، وقد لوحظ في المواضع التي انفصلت فيها هذه الطبقة أن سطح الخشب أسفلها قاتم اللون يميل للسواد هش ويوجد على سطحه في بعض الحالات ذرات من مسحوق أبيض اللون [صورة رقم ٩، ١٠] ، [أشكال رقم ٤-٥-٦-٧] .
- يوجد العديد من النقاط الصغيرة ذات اللون الداكن ملتصقة بسطح الخشب في أجزاء متفرقة بالتمثال خاصة بالوجه وعند طيه النقبة وكذا بالذراع الأيمن من الأمام ، ويرجح أن هذه النقاط ناتجة عن أفرات بعض الحشرات الطائرة مثل الذباب [صورة رقم (١١)] .
- تسيلات من فضلات الطيور ذات اللون الأبيض توجد بصورة متفرقة بالشعر خاصة من الخلف وبقمة الرأس هذا بجانب وجود بقع قاتمة اللون في أجزاء متفرقة بالتمثال خاصة بالرأس والصدر [صورة رقم (١٢)] .
- يلاحظ أن الذراعين الأيمن والأيسر مثبتين في موضعهما بصورة غير جيدة مع القابلية للانفصال مما أدى إلى وجود فراغ بين خط اتصالهما بالأكتاف.
- الخابور ذو القطاع المستطيل الخاص بتأمين تثبيت لسان الذراع الأيمن بالجسم أصغر من الثقب الخاص به من الأمام وبدراسته أتضح أنه مثبت في اتجاه عكس إذ أن الطرف الذى يمر من الأمام يظهر من الخلف والخاص بالخلف يظهر من الأمام ، وحيث أن الخابور مسلوب في اتجاه الظهر ونتيجة لتثبيته بصورة عكسية أصبح الطرف الصغير هو الذى يظهر من الأمام .
- اتصال ساعد الذراع الأيسر بالعضد غير مثبت في موضعة الصحيح ، بجانب وجود أجزاء مفقودة من العضد خاصة من الخارج ، كما يوجد جزء مفصول من الخشب عند موضع الاتصال من أسفل ومثبت في ترميم سابق بصورة غير صحيحة . أما الخابور الحديث، المستخدم لزيادة تثبيت لسان الساعد بالعضد فغير مناسب لحجم النقر الخاص به . وقد أدى ذلك إلى تغير شكل وأبعاد موضع اتصال الساعد بالعضد . [صور رقم (١٤، ١٣)] .
- الخشب عند اليد اليسرى في حالة سيئة للغاية خاصة من الأمام ، حيث تحول اللون القاتم المغطى بطبقة تميل للرمادى مع أنتشار العديد من الشروخ الدقيقة في الاتجاه الطولى والعرضى وقد أدى ذلك إلى هشاشية الخشب مع حدوث انفصالات في الطبقة السطحية بجانب فقدان لبعض الأجزاء خاصة عند الأصابع من الأمام [صورة رقم (١٤)] .
- الجزء الخشبي المكمل للخد الأيمن متحرك عن موضعه تاركا فراغا عند خطوط اتصالة بالوجه في الاتجاه الأيسر ، هذا بجانب أن حوافه ضعيفة ويوجد بها بعض الانفصالات ويلاحظ وجود بقايا مادة قاتمة اللون في الاتجاه الأيمن يحتمل أنها المادة اللاصقة التى استخدمت للتثبيت. [صورة رقم (١٥)] [شكل رقم (٨)] .
- خطوط لحام الجزء الخشبي المضاف أعلى تطعيم العين اليسرى اتسعت ويرجع ذلك إلى حركة الخشب مع وجود تطعيم العين . [شكل رقم (٩)] .
- يوجد أعلى العين اليمنى جزء شبه مثلث متحرك وقابل للانفصال عن موضعه [شكل رقم (٨)] .

- يوجد على الأطوار المعدنى الذى يحيط بتطعيم العينين يوجد طبقة متماسكة من نواتج الصدا معظمها خضراء اللون وبعضها بنى محمر .
- تطعيم العين اليمنى غير ثابت فى موضعه ويوجد أعتام وتغير فى لون القزحية ، وكذا توجد أتساخات وبقع تميل للون البنى المحمر على بياض كلا من العينين .
- يوجد بخشب التمثال مجموعة متنوعة من العقد الخشبية بعضها فى حالة معتدلة وبعضها من النوع الخبيث شبه المنفصل مما تسبب عنه أضعاف وتشويه المنطقة المحيطة بها .
- شبه انفصال فى الطبقة السطحية للخشب بالجانب الأيمن للجسم أسفل الذراع وعند الساق.
- بعض أجزاء من خشب التمثال متآكلة أو مفقودة خاصة عند الأذن اليسرى والبطن وفى أجزاء متفرقة بالساق اليمنى وعند خط اتصال الذراعين بالكتف وبالجانب الأيسر من الرأس وكذا الجزء البارز من حلقة الصدر اليمنى وأجزاء من اليد اليمنى.
- طبقة المعجون والألوان أختفت تماما ولم يتبقى منها إلا بقايا قليلة لمعجون يميل للاصفرار على أرضية من نسيج كثانى دقيق النسيج، وبعضها ما زال عليه بقايا لون بنى يميل للبرتقالى (صورة رقم (١٦)) .
- بعض أجزاء من سطح الخشب يميل لونها للبنى الزاهي ويرجع ذلك إلى وجود طبقة رقيقة كانت ملتصقة بها من الأرجح أنها من المعجون أو النسيج الحامل له ثم فقدت بصورة حديثة نسبيا تاركة خلفها سطح الخشب الذى ما زال محتفظا بلونه الأصلي مع بقايا قليلة من نسيج دقيق النسيج. (صورة رقم (١٧)) .
- التمثال مغطى بصورة شبه كاملة بطبقة رقيقة تميل للإعتام تزداد فى بعض المواضع عن غيرها مما أدى إلى تحول لون الخشب للون الباهت المبيض مسببا عدم وضوح بعض تفاصيله. (صور رقم ٥ ، ١٥) .
- يوجد على بعض أجزاء من سطح التمثال بصورة متفرقة غير منتظمة بقع من مادة معتمة شديدة البياض. (٥ - ٨ - ١٠) .
- توجد بعض الخطوط الدقيقة قليلة العمق بالتمثال بوجه عام خاصة على جانبى الوجه وكذا بطول جانبى الجسم من الأمام والخلف و بطول الذراعين من الداخل ، وبصورة متفرقة تربط بين الخطوط السابقة [صور رقم (١٧ ، ١٨)] [أشكال رقم (٤ - ٥ - ٦ - ٧ - ٨ - ٩)] .



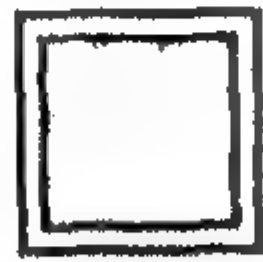
شكل رقم (٤)

رسم تخطيطي يوضح مظاهر التلف
بتمثال «كاعبر» من الأمام .

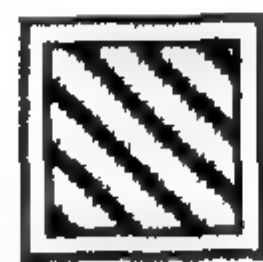
مظاهر التلف .



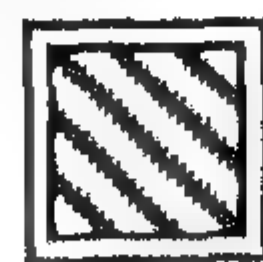
أجزاء الخشب المتحولة .



الاستكمال الحديث .



علامات القالب .



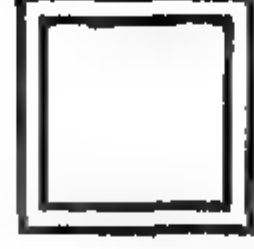
شكل رقم (٥)

رسم تخطيطي يوضح مظاهر التلف
بالجانب الأيمن لتمثال «كاعبر» .

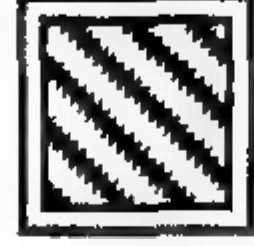
مظاهر التلف .



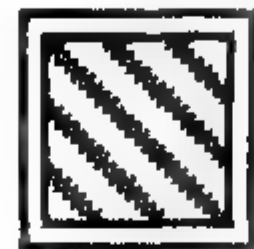
أجزاء الخشب المتحولة .



الاستكمال الحديث .



علامات القالب .



شكل رقم (٦)

رسم تخطيطي يوضح مظاهر التلف
بالجانب الأيسر لتمثال «كاعبر» .

- مظاهر التلف .
- أجزاء الخشب المتحولة .
- الاستكمال الحديث .
- علامات القالب .





شكل رقم (٧)
رسم تخطيطي يوضح مظاهر التلف
بتمثال «كاعبر» من الخلف .

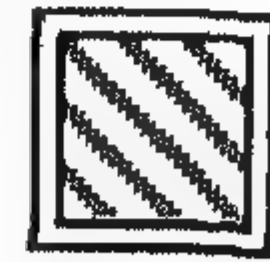
- 
 مظاهر التلف .
- 
 أجزاء الخشب المتحولة .
- 
 الاستكمال الحديث .
- 
 علامات القالب .



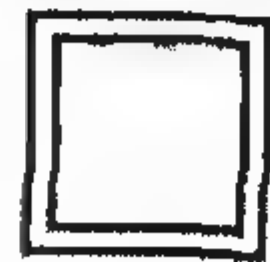
شكل رقم (٨)

رسم تخطيطي يوضح مظاهر التلف بوجه تمثال «كاعبر» من الأمام .

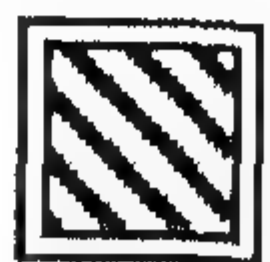
مظاهر التلف .



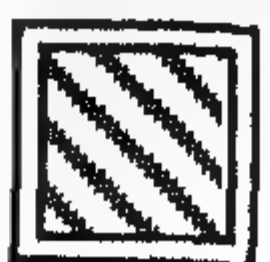
أجزاء الخشب المتحولة .

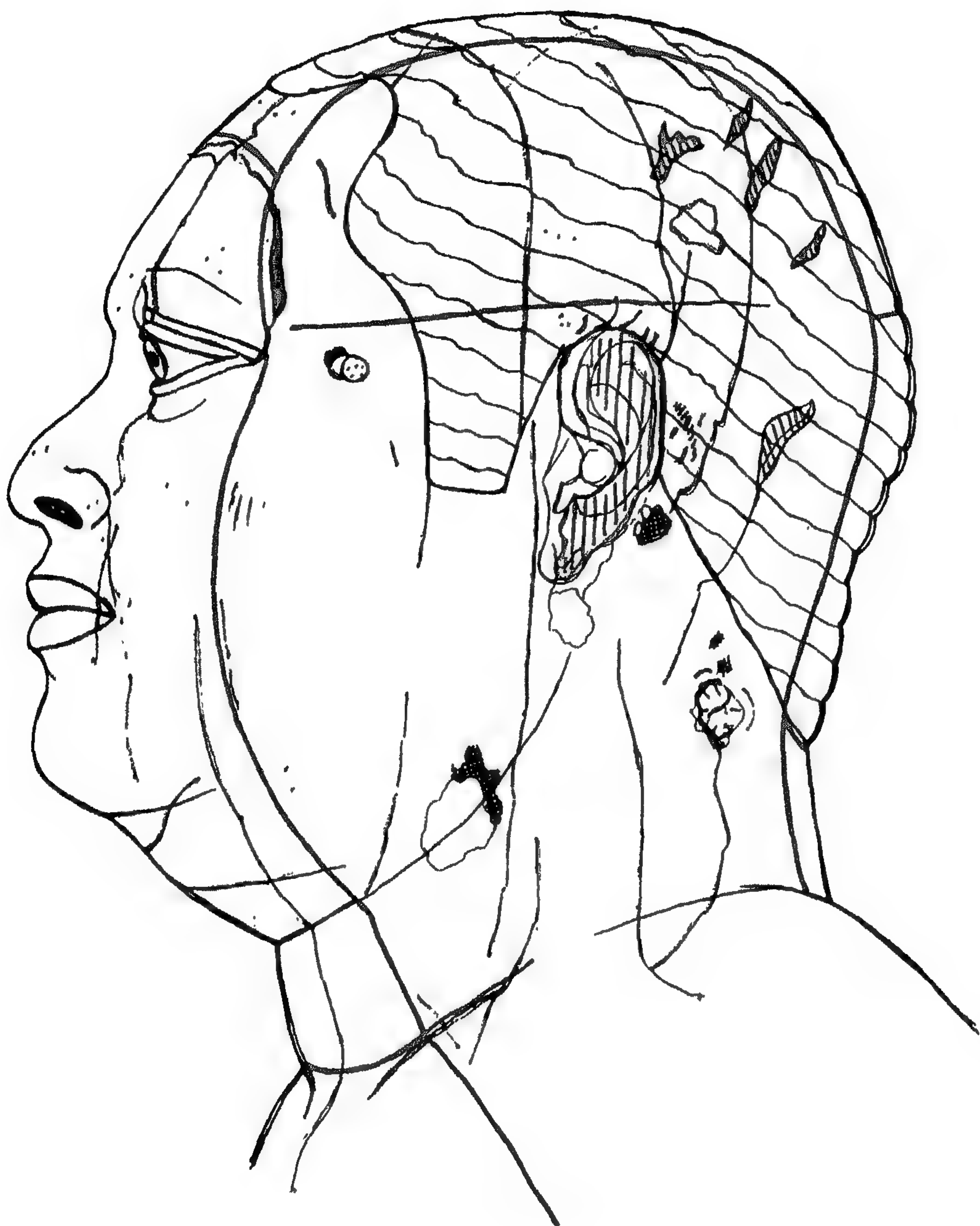


الاستكمال الحديد .



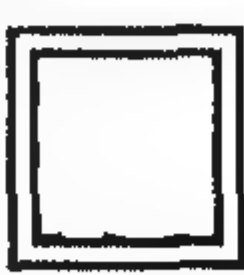

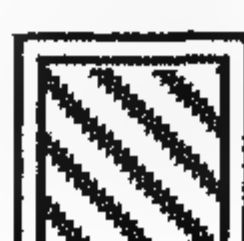
علامات القالب .





شكل رقم (٩)

رسم تخطيطي يوضح مظاهر التلف بالجانب الأيسر لوجه تمثال «كاعبر» .

- 
 مظاهر التلف .
- 
 أجزاء الخشب المتحولة .
- 
 الاستكمال الحديث .
- 
 علامات القالب .

١ - الوصف الأثرى : [صور رقم ١٩-٢٠-٢١-٢٢]

التمثال يمثل صاحبة في الهيئة الرسمية في الصورة المثالية لهذا العصر ، يفيض قوة وشبابا ، واقفا الوقفة التقليدية مقدما القدم اليسرى خطوة للأمام وقابضا بيده اليسرى على العصا الطويلة مفقودة حاليا - بينما يتدلى الزراعة الأيمن بجانب الجسم (ربما كان يقبض على إحدى علامات الشرف) وهو ينظر الى الأمام في هدوء وحزم وثقة. وقد مثله الفنان مرتديا الشعر المستعار الأسود القصير شبه الدائري الذي يحيط بالوجه في خطوط لينه مغطيا الأذنين، والمقسم إلي تجعيدات صغيرة في صفوف عرضية شكلت بعناية ودقة وهو يعتبر من مميزات هذا العصر. والنقبة الرسمية القصيرة الضيقة ذات الثنيات المائلة بالجانب الأيمن ، والتي يحدها من أعلى حزام وسط ذو عقدة من الأمام أهتم الفنان بتشكيل تفاصيلها بصورة مبسطة . ويمر جزء صغيرة من النقبة أسفل الحزام ليظهر أعلى يسار العقدة السابقة على شكل جزء شبه مستطيل مقسم بكسرات عرضية دقيقة . ويحيط بالعنق متدلليا على الصدر ، صدرية ملونة مقسمة الى خمسة صفوف دائرية ، ثلاثة منها مقسمين بالتبادل بخطوط عرضية صغيرة

اما ملامح الوجه فقد أجاد الفنان تمثيلها في الشكل المثالي لرجل في أوائل سن الرجولة ممثلا صحة وقوة ، فالوجه جميل الملامح يميل للطول ذو وجنتين قليلتي الأمتلاء وذقن بارزة صغيرة بينما الأنف فطويل ذو فتحتين متسعيتين متباعدين في الاتجاه المائل (وضع الشهيقي) مما يعطى الإحساس بالقوة . والفم جاد كبير ، يميل للأمتلاء ، شديد التحديد بخطوط شبه مستقيمة أما العينين فمتقاربتين تميلان للأنساع في شكل أنسيابي ، وقد لجأ الفنان لزيادة حيوية الوجه إلى تطعيم الأعين ، فالجفون من المعدن وبياض العين من حجر أبيض معتم أما القرنية فشفافة والقرحية ذات لون رمادي مزرق بينما تظهر الحدقة كجزء دائري قائم اللون وسط القرحية ، وقد أضاف التطعيم الى الأعين نظرة قوية حادة . ويعلوا العينين في تشكيل بارز واضح المعالم حاجبان كثيفان ذي نهاية خارجية طويلة مسلوكة تنتهي بحافة حادة بالقرب من الشعر المستعار ، وهما ملونان باللون الأسود .

كما عمد الفنان الى تمثيل الجسم نحيفا طويلا متناسقا ذو خصر نحيل وكتفين يميلان للعرض بدون أمتلاء ، مع الاهتمام بتشكيل التفاصيل التي تعطى الإحساس بالشباب والقوة مثل عضلات الصدر التي يتوسطها جزء أسطوانى بارز يمثل الحلمة ، وعضلات الذراعين بجانب تمثيل عظام الترقوة وأتصالها مع عضلات الرقبة وعضلات البطن التي يتوسطها جزء مشكل على شكل نصف دائري يمثل " الخاصرة " ، وكذا تفاصيل عضلات الكتفين من الظهر . كما أولى عناية خاصة بتشكيل تفاصيل اليد اليسرى المنقبضة بشدة على فراغ يثبت بداخله العصا الطويلة . والتمثال كان ملونا على أرضية من المعجون البنى المحمر .

المقاسات :-

الطول الكلى الحالى	: ٦٩ سم
محيط الصدر	: ٦٤ سم
محيط الخصر	: ٤٩,٥ سم
محيط الحزام	: ٥٦ سم
محيط خط النشر	: ٦١ سم

[أشكال أرقام (١٠ ، ١١ ، ١٢ ، ١٣)]

• لم يتبق من التمثال إلا النصف العلوى فقط إذا أنه منشور بصورة منتظمة عند حوالى منتصف النقبه ، كما أن الذراع الأيمن منشور عند نفس المستوى تقريبا . وتظهر علامات المنشار المستخدم بصورة واضحة بسطح القطاع العرضى المنشور سواء بالجسم أو الذراع ، ويلاحظ أن معظم سطح الخشب فى هذه القطاعات قد أصبح ذا لون قاتم . كما تظهر آثار تآكل حشرى شديد متغلغل فى كلا القطاعين خاصة فى الجسم [صور رقم (٢٣-٢٤)]

• خشب التمثال بصورة عامة ذو لون طبيعى بنى قاتم يميل للسواد ، إلا أن بعض أجزاء محدودة بالتمثال ذات لون بنى محمر فاتح . ويلاحظ وجود تآكل فى بعض هذه الأجزاء بعضها سطحى فالبعض عميق متغلغل داخل سمك الخشب خاصة عند ثنيه الذراع الأيسر من الخارج ، ويوجد فى بعض هذه التآكلات ممرات ناتجة عن وجود حشرى [صورة رقم (٢٥)] .

• سطح الخشب مغطى بطبقة رقيقة معتمة أدت الى بهتان لونه الطبيعى بجانب وجود بعض بقع من طلاء حديث .

• الذراع الأيمن المشكل بصورة منفصلة ساقط عن موضعه مما أدى إلى وجود فراغ بين خطوط اتصاله بالجسم كما توجد طبقة من مادة قائمة اللون فى المنطقة المحيطة بخابور تثبيت اللسان بالذراع من الأمام ، كذا توجد آثار سيلان من نفس المادة بطول الذراع من الخلف مما أدى الى تغير لون الخشب [صورة رقم (٢٦)] .

• يوجد جزء مستطيل الشكل من الخشب مفقود عند خط اتصال الذراع الأيسر بالجسم من الأمام ومن الواضح أنه كان مستكملا بجزء خشبى مضاف . ويلاحظ وجود بقايا مادة قائمة اللون تميل للمعان ملتصقة بالسطح [صورة رقم (٢٧)] .

• الخوابير الخشبية المربعة القطاع التى تساعد على زيادة تثبيت الألسن العيرة بكل من الأذرع والجسم ، ضعيفة ومفتتة الى أكثر من جزء ، هذا بجانب أن حوالى نصف الخابور الخاص بالذراع الأيمن مفقود من أتجاه الظهر ، كما يوجد جزء مفقود من سطح الخشب أسفل خابور تثبيت لسان الذراع الأيسر من الظهر .

• يوجد فراغ كبير (أقصى طول ٦,٤٥ سم أقصى عرض ٣,٦ سم أقصى عمق ٥,٩ سم) بالجانب الأيسر للوجه بجوار تطعيم العين اليسرى ، ومن الواضح أنه عيب طبيعى فى كتلة الخشب المستخدمة تم استكمالها قديما بجزء خشبى مضاف إلا أن هذا الجزء انفصل عن موضعة مع تساقط المعجون الذى كان يحيط به ، وحجم هذا الفراغ أكبر من حجم الجزء الخشبى المكمل له والذى من الواضح أنه تعرض للإلتفات مما أدى الى التغير فى شكله . [صورة رقم (٢٨) ، شكل رقم (١٤)] .

• يسار قمة الرأس ، أعلى الفراغ السابق يوجد فراغ آخر متصلا به من الداخل وهو مستكمل بخشب مضاف مكون من جزء كبير وجزئين صغيرين ، وحوالى نصف هذين الجزئين مفقود . ويمكن رؤية نهايات هذه الأجزاء التى ما زالت فى موضعها من داخل الفراغ السابق [صورة رقم (٢٩)] .

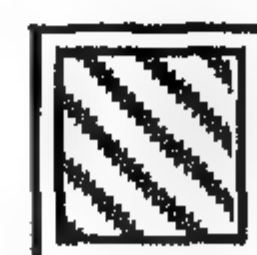
- يوجد العديد من الشروخ الطولية فى أماكن متفرقة بالتمثال بعضها سطحى دقيق وبعضها متسع عميق مما تسبب عنه تغير فى أبعاد التمثال فى بعض المواضع .
- يوجد فراغ مستدير بالجانب الأيسر للشعر المستعار من الخلف ناتج عن انفصال عقدة طبيعية بالخشب (قطر ٨ مم) . كما أن الطبقة السطحية للخشب بجوار هذه العقدة مفقود جزء منها [صورة رقم (٣٠)] .
- الطبقة السطحية للخشب فى الجزء الأوسط من خلف الشعر المستعار أعلى يمين العقدة السابقة مفقودة ويوجد بها آثار تآكل حشرى كما يمر بها وبالمناطق المحيطة بعض الشروخ الدقيقة.
- يوجد العديد من مظاهر الأصابة الحشرية بالتمثال من تآكل فى الطبقة السطحية للخشب فى أجزاء متفرقة حول خط القطع بالجسم وباليدين اليمنى وبالرأس مع تواجد العديد من الثقوب الصغيرة ذات القطاع المستدير هذا بجانب تآكل شديد عند الجانب الأيمن لخط القطع يؤدى الى أنفاق متغلغلة داخل كتلة التمثال حيث يصل طول بعضها إلى أكثر من ٣٦ سم وبعضها يصل حتى العنق . وهى متعرجة وغير منتظمة ، وقد عثر بداخلها على كميات كبيرة من التربة المتماسكة سهلة التساقط . وقد تسببت هذه الأنفاق فى وجود فراغ كبير وعميق داخل كتلة التمثال. [صورة رقم (٢٣)] .
- التمثال كان ملونا على أرضية تحضير من معجون ذو لون بنى محمر ، ومعظم طبقة المعجون والألوان أختفت ولم يتبقى منها إلا بقايا قليلة من اللون الأسود بالشعر المستعار وأجزاء صغيرة من اللون البنى المحمر المستخدم لتلوين الجسم بالجانب الأيمن للعنق . [صور رقم (٣١ - ٣٢)] وبقايا معجون فى أجزاء متفرقة ومعظم هذه البقايا ضعيفة قابلة للانفصال.
- الطبقة الرقيقة المزخرفة للصدرية غير واضحة المعالم، وجزء كبير منها مفقود خاصة بالجانب الأيسر والظهر، وما تبقى منها هش سهل الانفصال عن سطح الخشب ويلاحظ وجود طبقة رقيقة من معجون بنى محمر أسفلها. [صورة رقم (٣٣)] .



شكل رقم (١٠)

رسم تخطيطي يوضح مظاهر التلف بتمثال الشاب من الأمام .

مظاهر التلف .

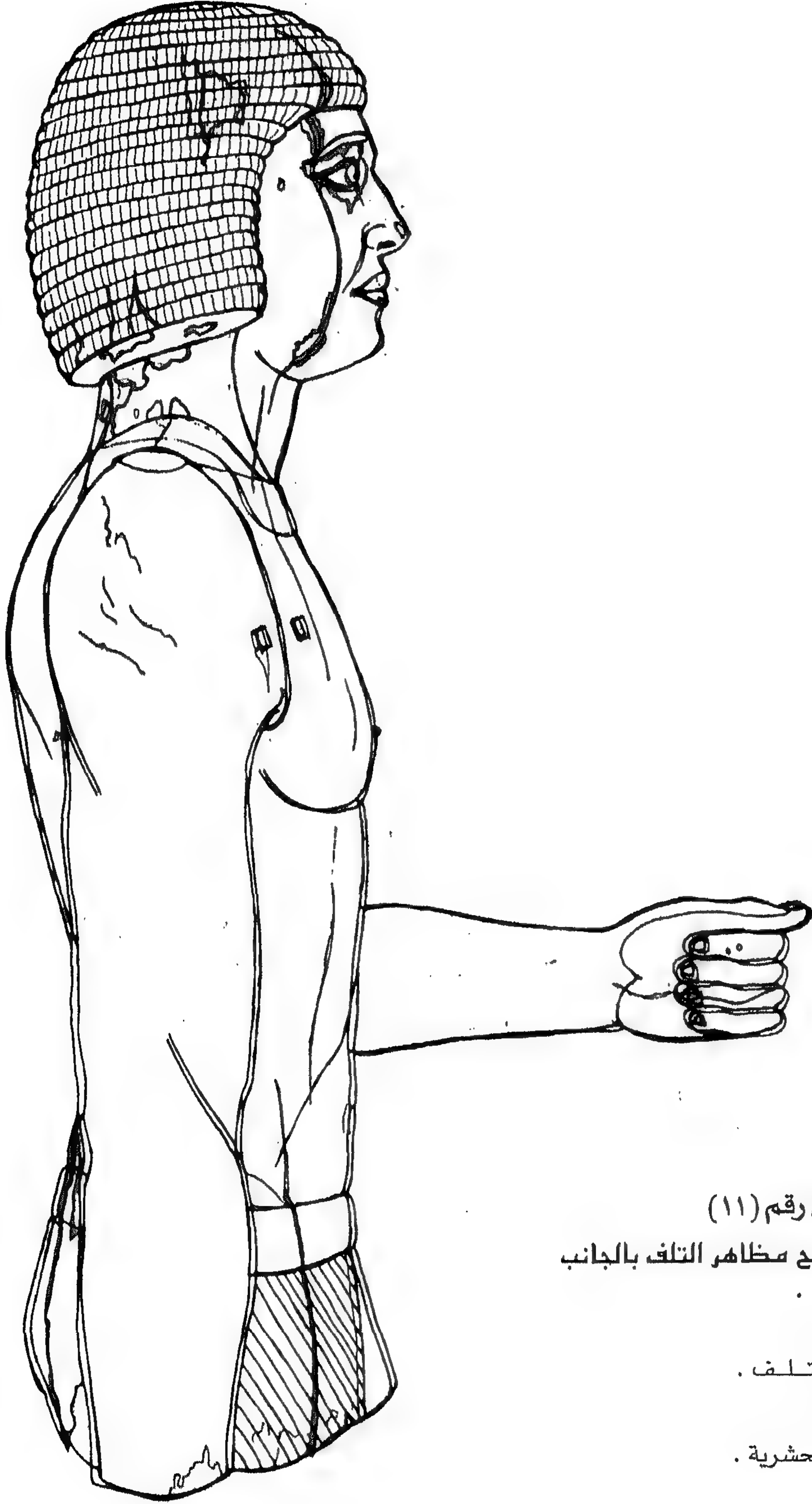


الإصابات الحشرية .



بقايا المعجون القديم .

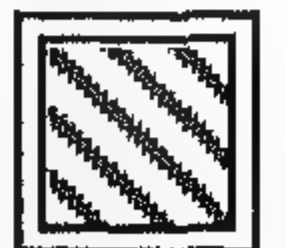




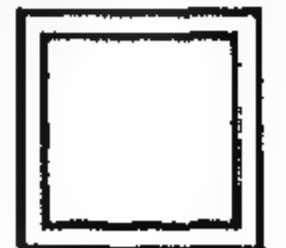
شكل رقم (١١)

رسم تخطيطي يوضح مظاهر التلف بالجانب
الأيمن لتمثال الشاب .

مظاهر التلف .

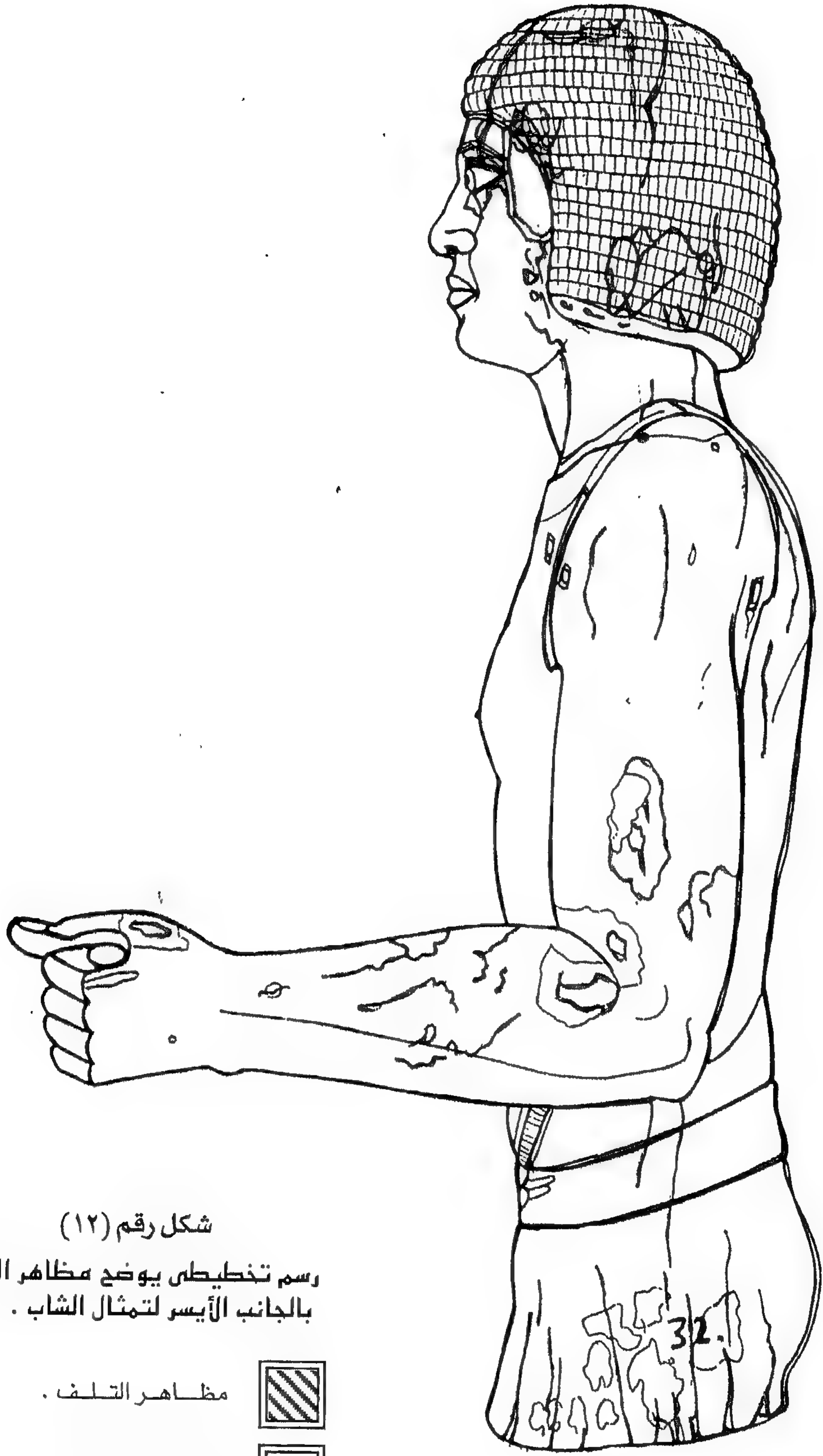


الإصابات الحشرية .



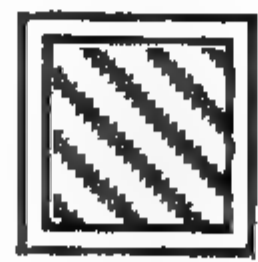
بقايا المعجون القديم .



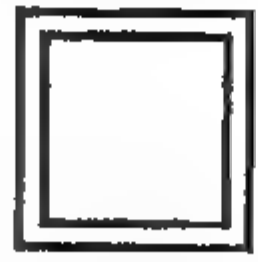


شكل رقم (١٢)
رسم تخطيطي يوضح مظاهر التلف
بالجانب الأيسر لتمثال الشاب .

مظاهر التلف .

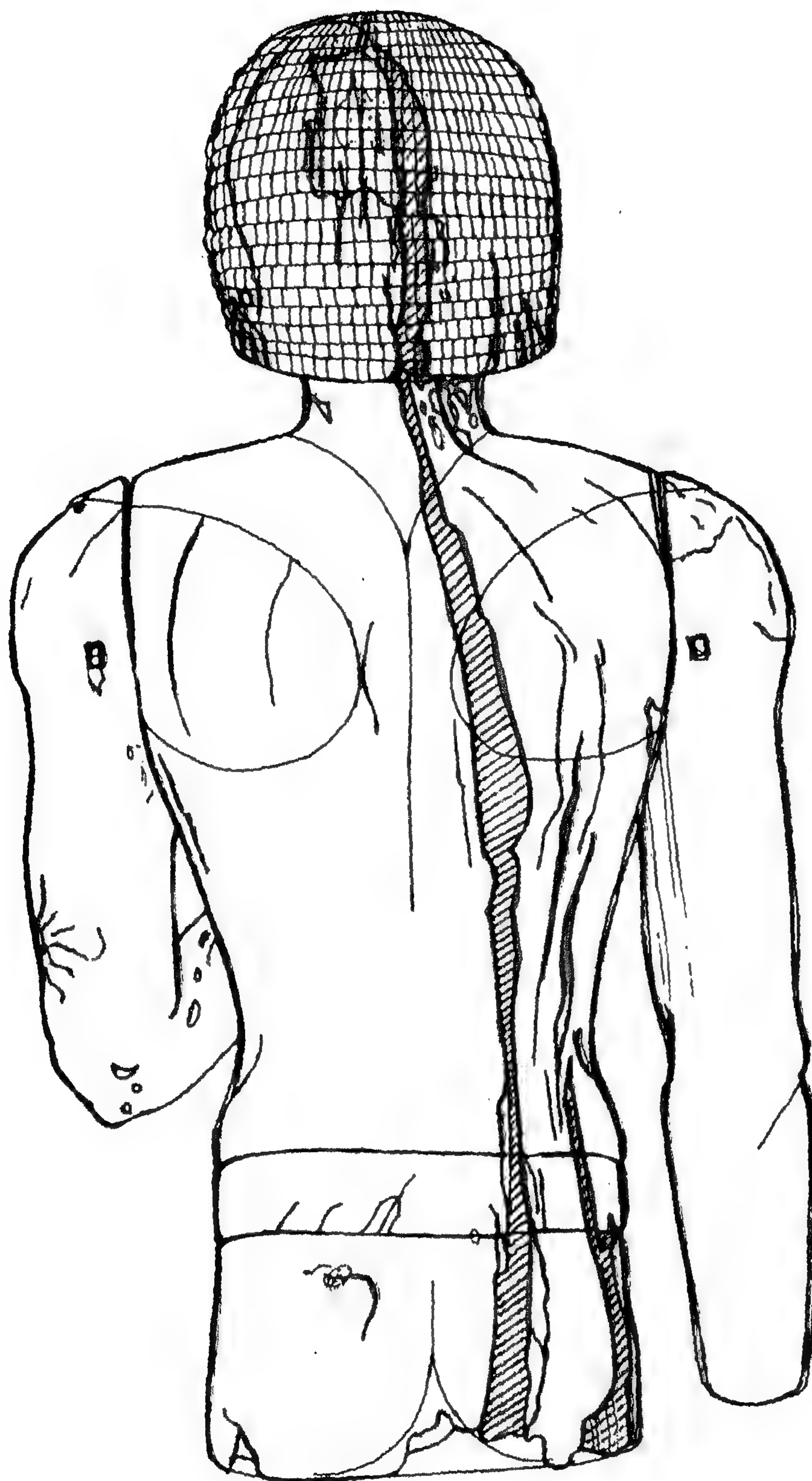


الإصابات الحشرية .



بقايا المعجون القديم .

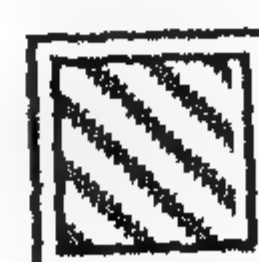




شكل رقم (١٣)

رسم تخطيطي يوضح مظاهر التلف بتمثال الشاب من الخلف .

مظاهر التلف .



الإصابات الحشرية .



بقايا المعجون القديم .

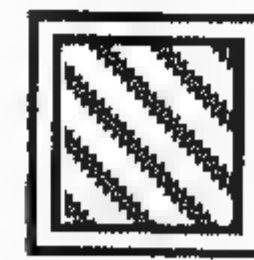




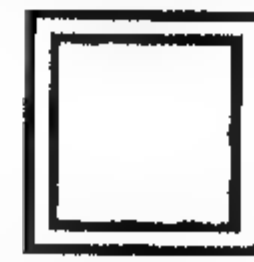
شكل رقم (١٤)

رسم تخطيطي يوضح مظاهر التلف بوجه تمثال الشاب .

مظاهر التلف .



الإصابات الحشرية .



بقايا المعجون القديم .



(حـ): تمثال السيدة التي يطلق عليها زوجة شيخ البلد " والمسجلة تحت رقم " ٣٣ " كتالوج

١ - الوصف الأثرى: [صور رقم (٣٤-٣٥-٣٦-٣٧)]

يمثل سيدة في ريعان الشباب ، ذات ملامح بسيطة قوية ووجه مليح وجسد أنثوى معبر يميل للإمتلاء بالمقارنة بتمائيل النساء الخشبية التي ترجع إلى هذا العصر . وهي ترتدى رداء طويلا يحيط بالجسم وينتهي بقصة أسفل الصدر مثبت بها حمالات عريضة من أسفل وتقل في العرض في اتجاه الكتفين لتعطي فتحة صدر وظهر مثلثة . والحمالات مشكلة في نقش بارز خفيف أما خط الرداء أسفل الصدر فيظهر على شكل خط غائر . والرداء يلتصق بالجسم مظهراً تفاصيله في خطوط رشيقة واضحة تتميز بالمرونة خاصة الصدر الذي إهتم الفنان بإظهاره أسفل الرداء .

ويتدلى على العدد حول الرقبة صدرية نصف دائرية قليلة البروز ذات لون بني محمر مقسمة الى ثلاثة صفوف بخطوط سوداء يتدلى من نهاية طرفيها عند وسط الظهر ثقل ناقوسي الشكل محدد باللون الأسود كان يستخدم لحفظ الصدرية مفرودة على الصدر كذا يحيط بالعنق شريط ذو لون فاتح محدد باللون الأسود .

وهي ترتدى شعراً مستعاراً كثيف ملون باللون الأسود يحيط بالوجه بنعومة مغطيا كلا من الأذنين ، ويتسع في العرض عند الأطراف وهو ذو طول متوسط يعلو الكتفين ، ويلاحظ أنه أشد قصراً من الأمام عن الخلف . وهذا النوع من الشعر المستعار ذو الفرق الأوسط، المقسم إلى خصلات بتقسيمات عمودية تبدأ من فرق المنتصف لتسدل على جانبي الوجه بأنسيابه وتنتهي عند الأطراف بصفين من التجعيدات الصغيرة، استخدم بكثرة في تماثيل النساء خلال الدولة القديمة.

أما ملامح الوجه فهي غاية في البساطة والجمال، حيث اهتم الفنان بتمثيلها وأجاد التعبير عنها. فالوجه مستدير يميل للإمتلاء والعينان لوزيتان متباعدتان تنظران إلى الأمام بثقة وأعداد ذادهما وضوحاً التحديد بخطوط غائرة، يعلوهما حاجبان كثيفان طويلا يكاد أن يصل إلى جانبي الشعر. أما الأنف فمحدد يميل للإمتلاء عند القاعدة ذات الفتحتين المتقاربتين. والفم رقيق واضح يميل للإمتلاء ترسم عليه ابتسامة هادئة تعطي الإحساس بالاعتداد بالنفس. وتدل ملامح الوجه على أن صاحبها ذات شخصية قوية أهلها لتكون ذات مكانة مميزة بجانب زوجها ، فهي تتميز بالبساطة والرقّة وفي نفس الوقت بالقوة والثقة. ويثبت هذا التمثال أن مثالي هذا العصر لم يكونوا واقعين أكفاء فحسب ، وإنما كانوا يتمتعون فوق ذلك بإحساس مرهف بالرشاقة وجمال الأشكال والقدرة على التعبير عن السمات البارزة الداخلية للشخصية .

والتمثال بوجه عام يتشابه مع تماثيل النساء الخشبية التي سبق ذكرها في الباب الأول والتي ترجع إلى هذا العصر وذلك في السمات العامة وبالتالي في وضع الوقوف الشائع مع ضم القدمين وتدلى الذراعين بكفين مبسوطتين على جانبي الجسم ، وأن كان يتميز عن البعض من هذه التماثيل بالإمتلاء مع التناسق في النسب مما جعله وحدة واحدة متجانسة متناغمة تعطي إحساس بالإنسجام والتكامل للعين .

المقاسات :-

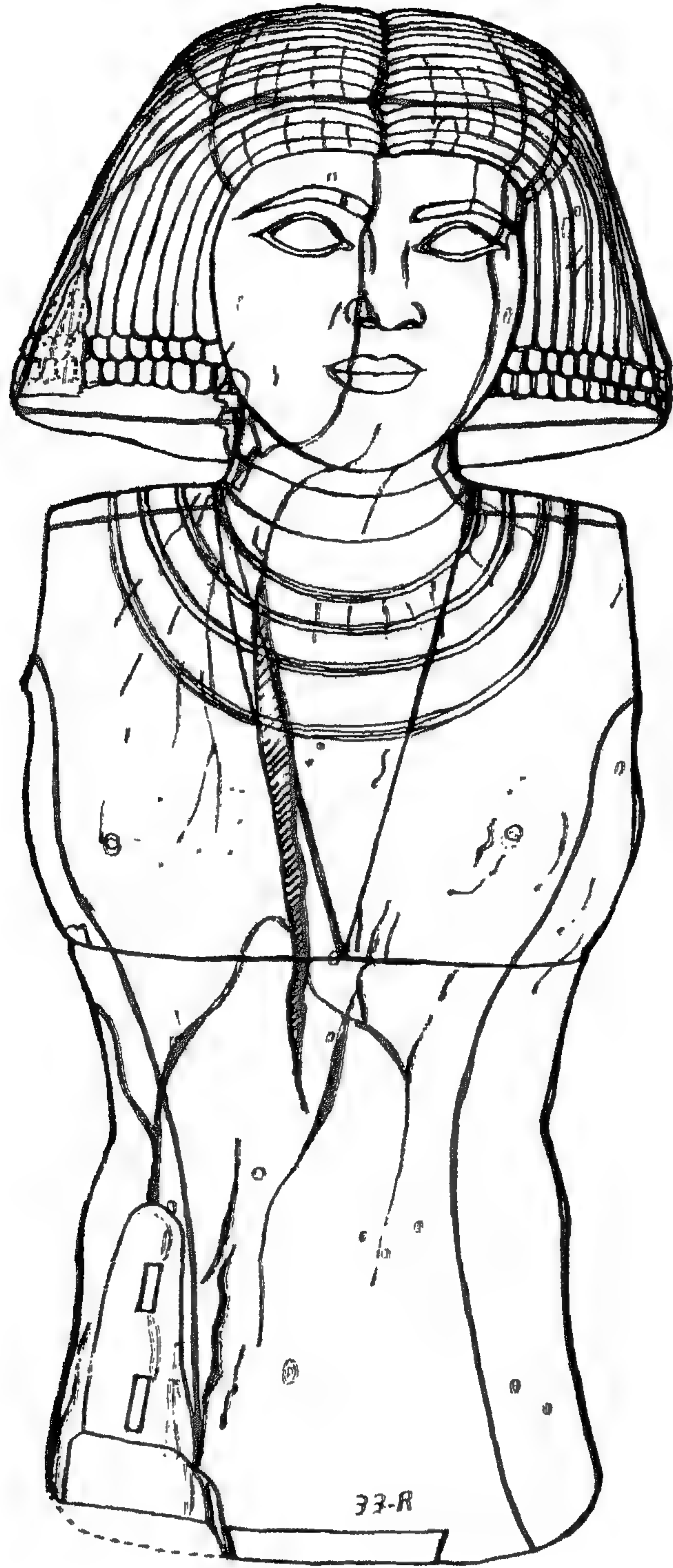
الطول الكلى الحالى	: ٦٠ سم
محيط الصدر	: ٧٣ سم
محيط الخصر	: ٥٢ سم
محيط خط النشر	: ٦٥ سم

٢ - وصف الحالة :-

[اشكال أرقام (١٥) (١٦) (١٧) (١٨)]

- التمثال مشكل فى كتلة مصممة من الخشب لم يتبق منها إلا النصف العلوى فقط إذ أنه منشور بصورة منتظمة عند خط إتصال الفخدين بالجسم ، وتظهر علامات المنشار المستخدم واضحة فى القطاع العرضى للنشر . كذلك يوجد على سطح هذا القطاع تسيلات وبقع من مادة بيضاء معتمة. ويلاحظ أن معظم سطح الخشب فى هذا القطاع قد أصبح ذو لون قاتم كما تظهر آثار تآكل حشرى بصورة متفرقة فى هذا القطاع [صورة رقم (٣٨)]
- الذراعان مفقودان ولم يتبقى ما يدل على وجودهما إلا نقر مستطيل فى موضع تثبيتهم بالجسم [مقاسات النقر الأيمن : ٦ x ٢,٣ x ٥ سم عمق - الأيسر : ٦,٢ x ٢,٢ x ٥ سم عمق] [صور رقم (٣٥-٣٦)] .
- معظم سطح التمثال مغطى بطبقة بيضاء معتمة متماسكة ذات سمك متفاوت تغطى التفاصيل بصورة كاملة فى بعض المواضع بينما تظهر ما بأسفلها فى مواضع أخرى ، وقد أدى ذلك إلى تشوه المنظر العام للتمثال وطمس جزء كبير من معالمه . ويلاحظ أن هذه الطبقة توجد فوق ما تبقى من الألوان والمعجون بالتمثال ، كما أنها تلتصق بسطحى الشروخ الموجودة بالتمثال وكذا بسطح الخشب فى الأماكن التى تعرضت لفقد أجزاء منها سواء بسبب الإصابة الحشرية أو بسبب انفصال جزء من سطح الخشب . [صور رقم (٣٩-٤٠-٤١) - ٤٢] .
- توجد بقايا مادة بيضاء متماسكة ومتداخلة داخل الفراغات وخطوط التفاصيل العميقة بالتمثال.
- يوجد بالتمثال العديد من الشروخ المختلفة السمك والطول والعمق ، بعضها ساهم فى إضعاف بنى التمثال خاصة المتسع العميق .
- أجزاء متفرقة من سطح الخشب مفقودة أو مكشوفة خاصة عند قاعدة الأنف والحاجب الأيمن وفى أجزاء متفرقة من الشعر المستعار وأقصى يمين العنق وأسفل الذقن وكذا أعلى يمين الظهر.
- حلمة الصدر اليمنى مفقودة ويوجد فى موضعها ثقب دائرى ذو قطر ٧ مم وعمق ١,٧ سم .
- جزء مستطيل القطاع من الخشب مفقود من الحافة السفلى للتمثال أقصى يمين الظهر ٠ [أقصى طول ٧ سم - أقصى عرض ٢ سم - أقصى عمق ٢,٢ سم] [صورة رقم (٣٧)]
- الجزء المكمل للجانب الأيمن للبطن مفقود [صورة رقم (٣٤)] .
- بالرغم من ثقل وزن خشب التمثال إلا أن الطبقة السطحية ضعيفة فى معظم الأجزاء .

- يوجد بخشب التمثال العديد من العقد الطبيعية بعضها يمثل نقط ضعف وتشويه إما نتيجة لانفصالها عن موضعها تاركة فجوة خلفها أو بسبب تآكل أجزاء منها .
- يوجد بالتمثال العديد من الدلائل والمظاهر على التعرض للإصابات الحشرية ، تتمثل في مجموعة من الثقوب شبه المستديرة ذات المقاسات المختلفة والتي يظهر بعضها من الخارج أكبر من الداخل ، ويوجد داخل بعض هذه الثقوب بودة ذات لون بني محمر . كما يوجد العديد من التآكلات والأنفاق الحشرية [صور رقم (٣٨-٣٩)] .
- يوجد بطول جسم التمثال أربعة خطوط دقيقة غائرة غير منتظمة اثنان منهما على جانبي الجسم من الأمام واثنان على جانبي الجسم من الظهر ، ويلاحظ أن هذه الخطوط ممثلة بمادة بيضاء كذلك توجد بعض الخطوط المتشابهة أحدها بعرض النصف العلوي للظهر واثنان بعرض الكتفين من الأمام كما توجد بعض الخطوط المتماثلة في الجزء الخلفي وحول قمة الرأس وعند موضع إتصال الذراع بالجسم [صورة رقم (٤٢)] .
- رقم تسجيل التمثال مكتوب بطلاء أحمر حديث بالقرب من الحافة السفلى للتمثال في الجانب الأيسر وكذلك بمنتصف البطن من الأمام . كما يوجد تسيل من نفس الطلاء عند الحافة العليا للرداء بالجانب الأيمن للجسم .
- بعض أماكن من سطح الخشب تميل للون القاتم خاصة حول الشروخ بالصدر والظهر وعند الخصر بالجانب الأيسر للتمثال وفي منطقة الصدرين .
- * معظم طبقات اللون تلاشت ولم يتبق منها إلا بقايا قليلة من اللون الأسود في أجزاء متفرقة بالشعر المستعار [صورة رقم (٤٣)] وأجزاء من معجون بني محمر بالصدرية وشريط العنق بجانب قطعة صغيرة من معجون بني محمر ملون سطحها بلون قاتم بالجزء الداخلي أسفل الخد الأيسر .



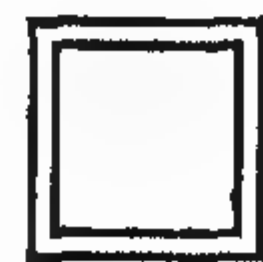
شكل رقم (١٥)

رسم تخطيطي يوضح مظاهر التلف بتمثال «زوجة شيخ البلد» من الأمام .

مظاهر التلف .

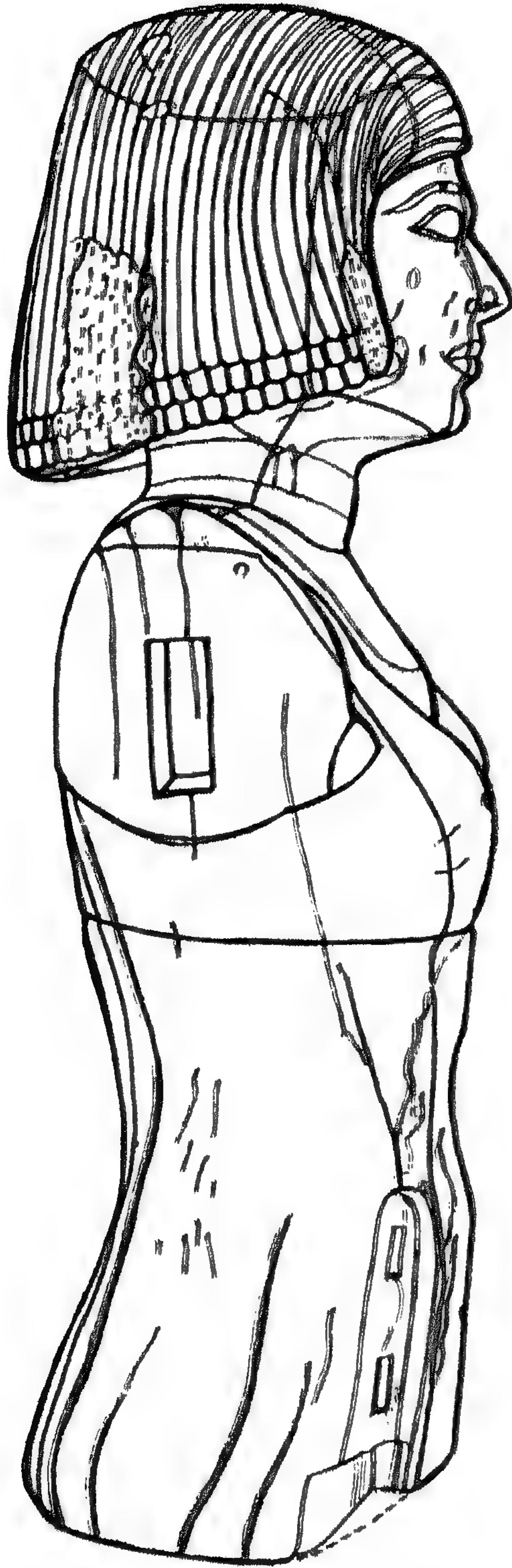


الإصابات الحشرية .



علامات القالب .





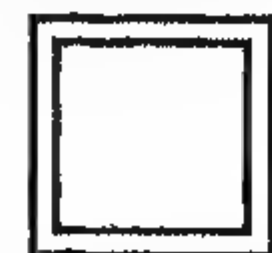
شكل رقم (١٦)

رسم تخطيطي يوضح مظاهر التلف بالجانب الأيمن لتمثال «زوجة شيخ البلد» .

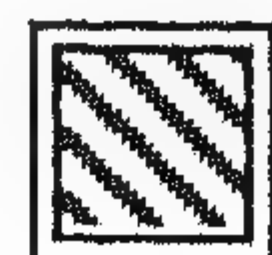
مظاهر التلف .

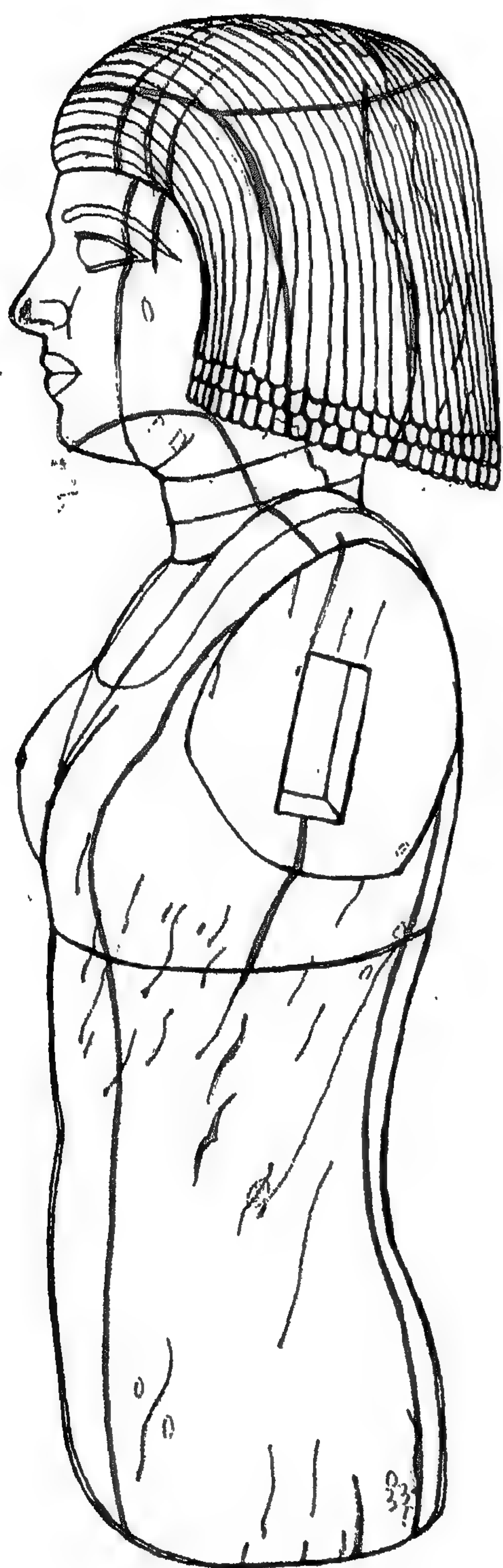


الإصابات الحشرية .



علامات القالب .





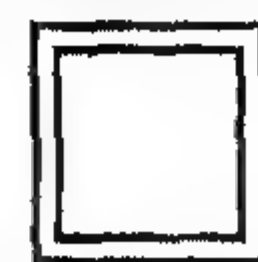
شكل رقم (١٧)

رسم تخطيطي يوضح مظاهر التلف بالجانب الأيسر لتمثال «زوجة شيخ البلد» .

مظاهر التلف .

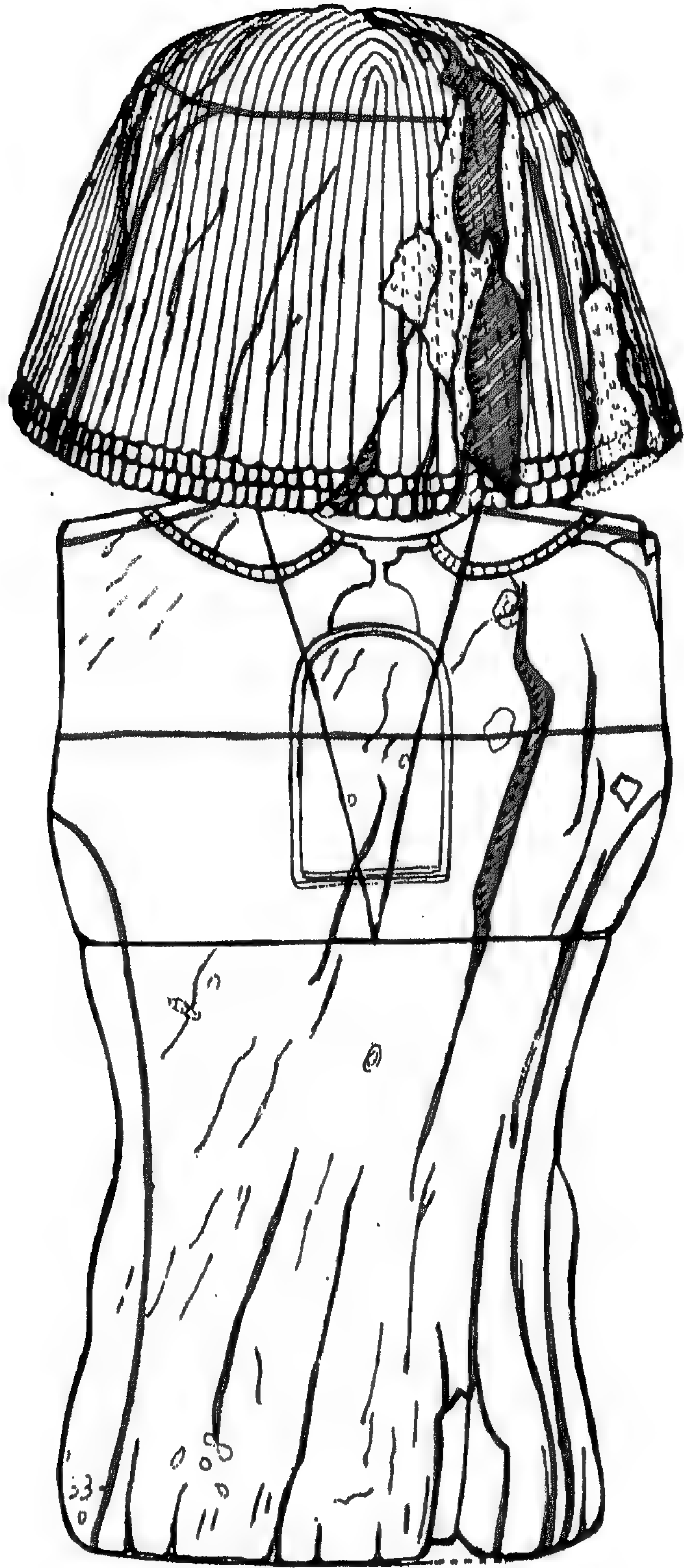


الإصابات الحشرية .



علامات القالب .

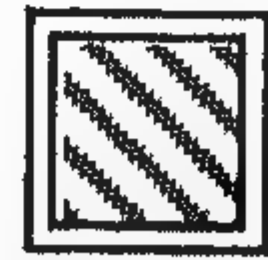




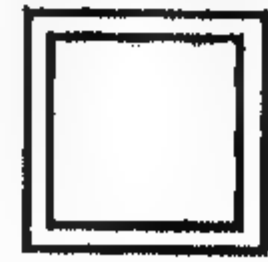
شكل رقم (١٨)

رسم تخطيطي يوضح مظاهر التلف بتمثال «زوجة شيخ البلد» من الخلف .

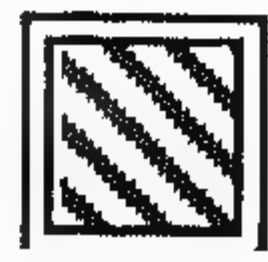
مظاهر التلف .



الإصابات الحشرية .



علامات القالب .



الباب الثانى

الفحوص و الدراسات التحليلية العلمية
للتماثيل الخشبية المختارة

الدراسة التحليلية والعلمية

تنقسم الدراسة العلمية التي أجريت على التماثيل الخشبية المختارة إلى ثلاثة أقسام رئيسية الأول يشمل نتائج التحاليل التي أجريت للتعرف على طبيعية ونوعية المواد المستخدمة في صناعة التماثيل، والمواد التي تتصل بصورة مباشرة بمظاهر التلف. أما القسم الثاني فيشمل الدراسات العلمية والأثرية التي أجريت للتعرف على أسلوب الصناعة الذي استخدم سواء في التشكيل أو الزخرفة. بينما القسم الثالث لهذه الدراسة العلمية فيشمل الدراسات التي أجريت للتوصل إلى الأسباب والعوامل التي أدت إلى تعرض التماثيل للتلف والتدهور مما أدى بها إلى حالتها الراهنة.

أ) التحاليل التي أجريت على عينات التماثيل الثلاثة:-

للتعرف على مكونات العينات التي تم أخذها من التماثيل الثلاثة استخدمت أكثر من وسيلة حسب طبيعة العينة المراد التعرف على مكوناتها. ففي حالة طبقات المعجون والألوان ونواتج الصدا استخدمت طريقة حيود الأشعة السينية X-Ray diffraction Method⁽¹⁾ والأشعة السينية عبارة عن أشعة كهرومغناطيسية عالية التردد لها نفس طبيعة الضوء وهي ذات طول موجي قصير وتقع في المنطقة بين أشعة جاما والأشعة فوق البنفسجية بالنسبة للطيف الكهرومغناطيسي. والوحدة المستخدمة في القياس في هذه المنطقة هي الأنجستروم $^{\circ}\text{A}$ Angstrom⁽²⁾ حيث تتراوح أطوال الأشعة السينية المستخدمة في دراسة المواد من ٠,٥ : ٢,٥ أنجستروم⁽³⁾. وفي هذا التحليل يتم صحن العينة إلى مسحوق دقيق الحبيبات يوضع على حامل مسطح في مستوى دائرة الانعكاس بمركز "الدفراكتوميتر" وهو جهاز التحليل المستخدم والذي يسمح بمرور الأشعة السينية لتسقط في اتجاه عمودي على محوره ، حيث تنكسر الأشعة السينية بواسطة الأسطح الذرية المتوازية للبناء البلوري للمواد المتبلورة طبقا لقانون "براج"

$$n \lambda = 2d (hkl) \sin \theta$$

حيث :

= طول موجة الأشعة السينية المستخدمة
n = عدد تكاملي يساوي ١ ، ٢ ، ٣ ،
d(hkl) = المسافة البينية للمسطحات العاكسة .
O = زاوية براج أو زاوية السقوط والانعكاس

ويتم تسجيل الأشعة المنعكسة تسجيلًا آليًا بواسطة جهاز "الدفراكتوميتر X-Ray differactometer" ويكون التسجيل في شكل رسم بياني لشدة الانعكاسات المسجلة مقارنة بزاوية الانعكاس لكل الانعكاسات التي أعطتها الأسطح الذرية للبناء البلوري للمادة ، ويسمى هذا التسجيل نمط حيود الأشعة السينية X-Ray Defferaction Pattern . وهو يعتبر من حيث موقع الانعكاسات وشدة كل منها مميز للتركيب البلوري للمادة وبالتالي للعينة.

(١) تم التحليل بمعمل الأشعة السينية بمركز البحوث والصيانة التابع للمجلس الأعلى للآثار

(٢) الأنجستروم $^{\circ}\text{A}$ عبارة عن ١ : ١٠٠٠٠٠٠٠٠ سم

(٣) صالح أحمد صالح . " فحص ودراسة الآثار بواسطة الأشعة السينية " - محاضرات بقسم الترميم - كلية لآثار - جامعة القاهرة - ١٩٧٧ .

وبمقارنة النتائج التي يحصل عليها في هذا التحليل بنتائج عينات مرجعية معروفة التركيب يمكن التعرف على مكونات العينة .

وللتعرف على طبيعة المواد اللاصقة المستخدمة لجأ إلى بعض الوسائل البسيطة مثل قابلية الإذابة في الماء والمذيبات العضوية وتأثير عمليات الحرق. كما استخدمت طريقة طيف الامتصاص للأشعة تحت الحمراء^(١) . وهى من طرق التحليل الكيفية المستخدمة للتعرف على المجموعات الفعالة الموجودة بجزيئات المواد العضوية ، حيث يتم أعداد العينة بخلطها مع بروميد البوتاسيوم وصحنها ثم تكبس في مكبس خاص لتكوين قرص شفاف دائرى سمك ١ - ٢ مم وقطر حوالى ١,٣ سم ، ويوضع هذا القرص بجهاز التحليل الطيفى للأشعة تحت الحمراء " FTIR " ليجرى عليه التحليل حيث يتم تسجيل الاهتزازات الناتجة عن وجود المجموعات الفعالة على شكل رسم بياني يمثل العلاقة ما بين النفاذية والرقم الموجى ، ومن خلال أماكن حزم الامتصاص " bands " يمكن التعرف على المجموعات الفعالة بالمركب العضوي وذلك بالرجوع إلى الجداول القياسية . ويتم أخذ جميع التسجيلات في ظروف تشغيل واحدة ثابتة.

أما في حالة التعرف على نوعيات الأخشاب التي استخدمت في صناعة التماثيل^(٢) فقد تم الاستعانة بطرق التشريح المقارن باستخدام الميكروسكوب الضوئى [LM] " Light Microscop " والميكروسكوب الإلكتروني الماسح [SEM] " Scanning Electron Microscop " وذلك للتعرف على الخصائص التركيبية (الأوعية - القصيبات - البرانشيمية - الألياف ...) للطرز التشريحية لعينات الخشب . حيث تم أخذ عينات صغيرة غير مؤثرة من التماثيل وعمل شرائح ميكروسكوبية لها للتعرف على شكل الخلايا فى المقاطع المختلفة [Rls - Ls. - Ts.] باستخدام الميكروسكوب الضوئى الذى تصل قوة تكبيره الى ٢٠٠٠ مرة . كما تم إرسال عينات الى معمل الميكروسكوب الإلكتروني الماسح بكلية العلوم جامعة أسيوط . للتعرف على التركيب الداخلى الدقيق للخشب والذى يظهر العناصر التركيبية المتناهية فى الصغر التى لا يمكن ملاحظتها باستخدام الميكروسكوب الضوئى . وهو ذو قوة تكبير تصل إلى ٢٠٠,٠٠٠ مرة وهناك بعض الأنواع المتطورة ذات قوة تكبير تصل إلى مليون مرة . (صور رقم (٤٤ أ ب)) .

١ - نتائج تحاليل العينات الخاصة بأسلوب الصناعة المستخدم :

• تمثال " كاعبر " المسجل تحت رقم " ٣٤ " كتالوج :

العينة الأولى [شكل رقم (١٩)]

من طبقة المعجون الأصلى الموجود داخل الشرخ الطولى بالجانب الأيمن للجسم وهى عبارة عن معجون ذو لون يميل للبيج ، وقد تم تحليلها للتعرف على مكوناتها باستخدام طريقة حيود الأشعة السينية حيث وجد أنها مكونة من :

* الكالسييت (Ca CO_3) بصفة رئيسية مع نسب قليلة من :

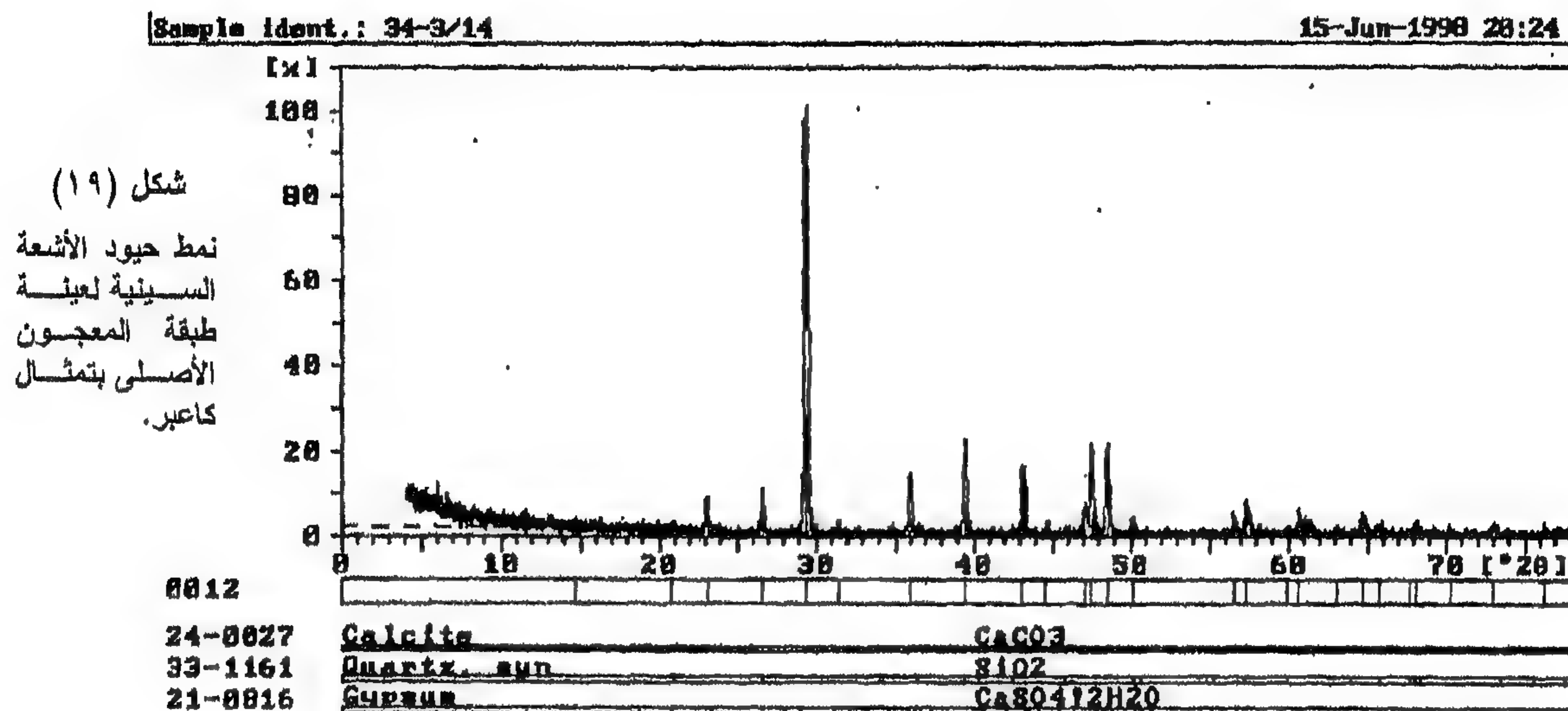
* كوارتز (Si O_2) Quartz .

(١) تم إجراء التحاليل بمعمل الأشعة تحت الحمراء بمركز البحوث والصيانة التابع للمجلس الأعلى للآثار .

(٢) قام بتعريف أخشاب التماثيل الثلاثة أ.د نبيل الحديدى الأستاذ بقسم النبات - كلية العلوم - جامعة القاهرة

* جبس (Gypsum $(Ca SO_4 . 2H_2 O)$.

وقد تم تحليل نفس العينة بمعامل التحاليل بمتحف الفنون الجميلة ببوسطن ^(١) باستخدام Fourier Transform Infrared Microspectrometry فوجد ان المكون الأساس للعينة هو الكالسيت وأن الوسيط اللاصق هو الغراء .



العينة الثانية [صورة رقم (١٦)]

من طبقة المعجون الملون بلون بني يميل للبرتقالي بالجانب الأيمن للجسم حيث بتحليله باستخدام حيود الأشعة السينية وجد أنه مكون من [شكل رقم (٢٠) - أ]:

- * كالسيت $[Ca CO_3]$ كمكون أساسى .
- * كوارتز $[Si O_2]$.
- * مع نسب أقل من الهيماتيت $[Fe_2O_3]$ Hematite .

كما أظهر التحليل أمكانية تواجد كبريتيد الزرنيخ $[Realgar As S]$ الذى يعطى لون بني يميل للبرتقالي . وقد تم إعادة تحليل نفس العينة للتعرف على العناصر الموجودة بها باستخدام جهاز تفلور الأشعة السينية X Ray Fluorecence ^(٢) حيث تم التعرف على وجود كل من الحديد (Fe) والزنك (Zn) مع أمكانية تواجد نسب أقل من الزرنيخ (As) أو الرصاص (Pb) ب شكل رقم (٢٠ - ب) .

العينة الثالثة [شكل رقم (٢١)]

من طبقات الصدا ذات اللون الأخضر التى توجد على سطح الأطار المعدنى المحيط بتطعيم الأعين والتي بتحليلها باستخدام طريقة حيود الأشعة السينية وجد أنها مكونة من:-

^(١) تم إجراء التحاليل بواسطة كل من :-

Richard Newman and Monica Gerber, Department of Objects , Conservation and Scientific Reserch, Museum of Fine Arts, Bosten .

^(٢) قام بأجراء التحليل مدير قسم الترميم بالمركز الفرنسى للدراسات الشرقية بالقاهرة

Mr. Micheal Wuttman .

* بارأتاكاميت $[Cu_2Cl(OH)_3]$ Paratacamite بصورة رئيسية .

* كوبريت $[Cu_2O]$ Cuprite

* نانٹوکیت $[CuCl]$ Nantokite

* كوارتز $[SiO_2]$ Quartz

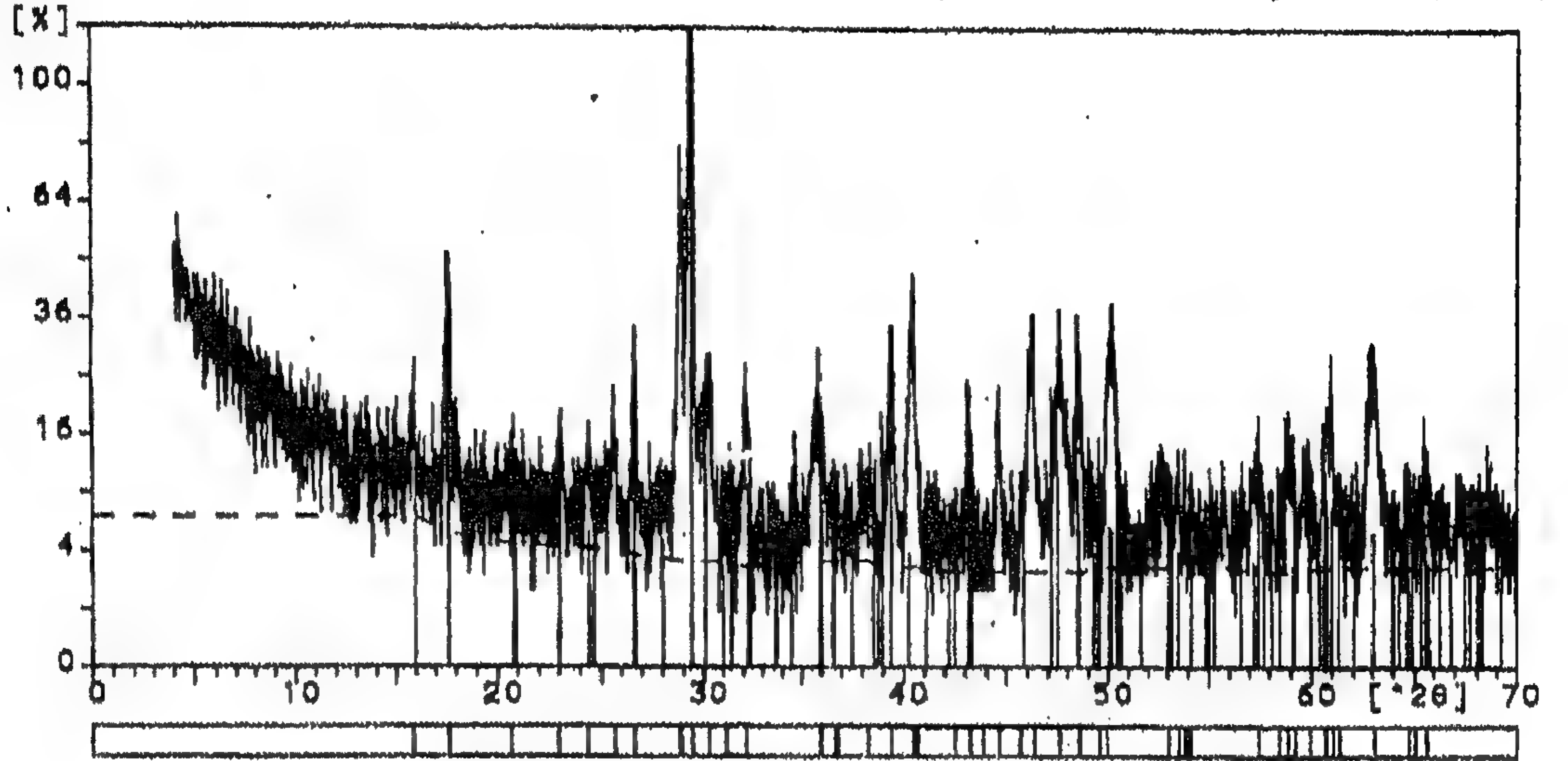
* ملاکیت $[Cu_2(CO_3)(OH)_2]$ Malacite

Sample ident.: 10

20-Aug-1998 11:42

شكل (٢٠-١)

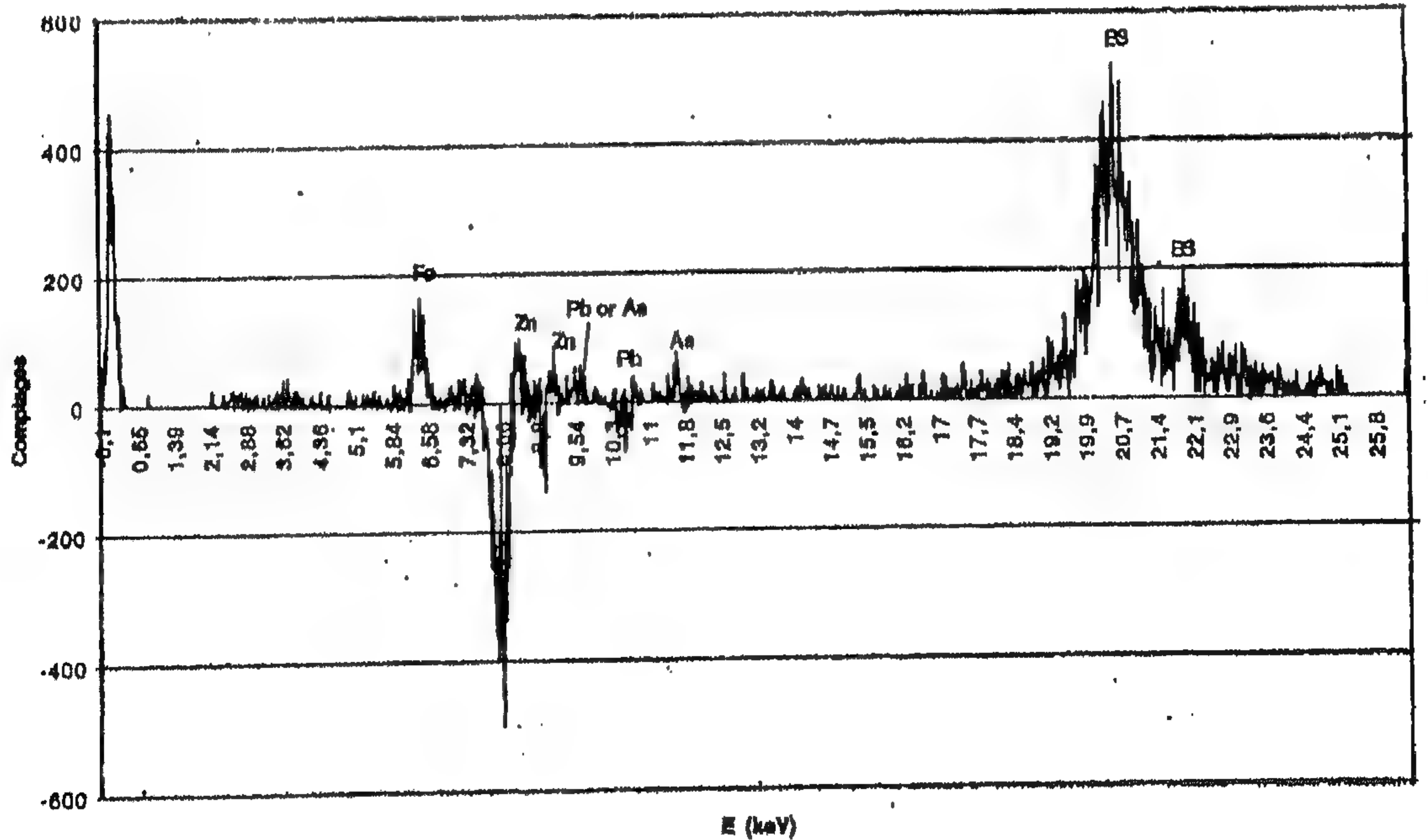
نمط حيود الأشعة
السينية لعينة طبقة
المعجون الملون
باللون البرتقالي من
جسم تمثال كاعبر.



05-0586	Calcite, syn	CaCO3
33-1161	Quartz, syn	SiO2
13-0534	Hematite, syn	Fe2O3
09-0441	Realgar	AsS

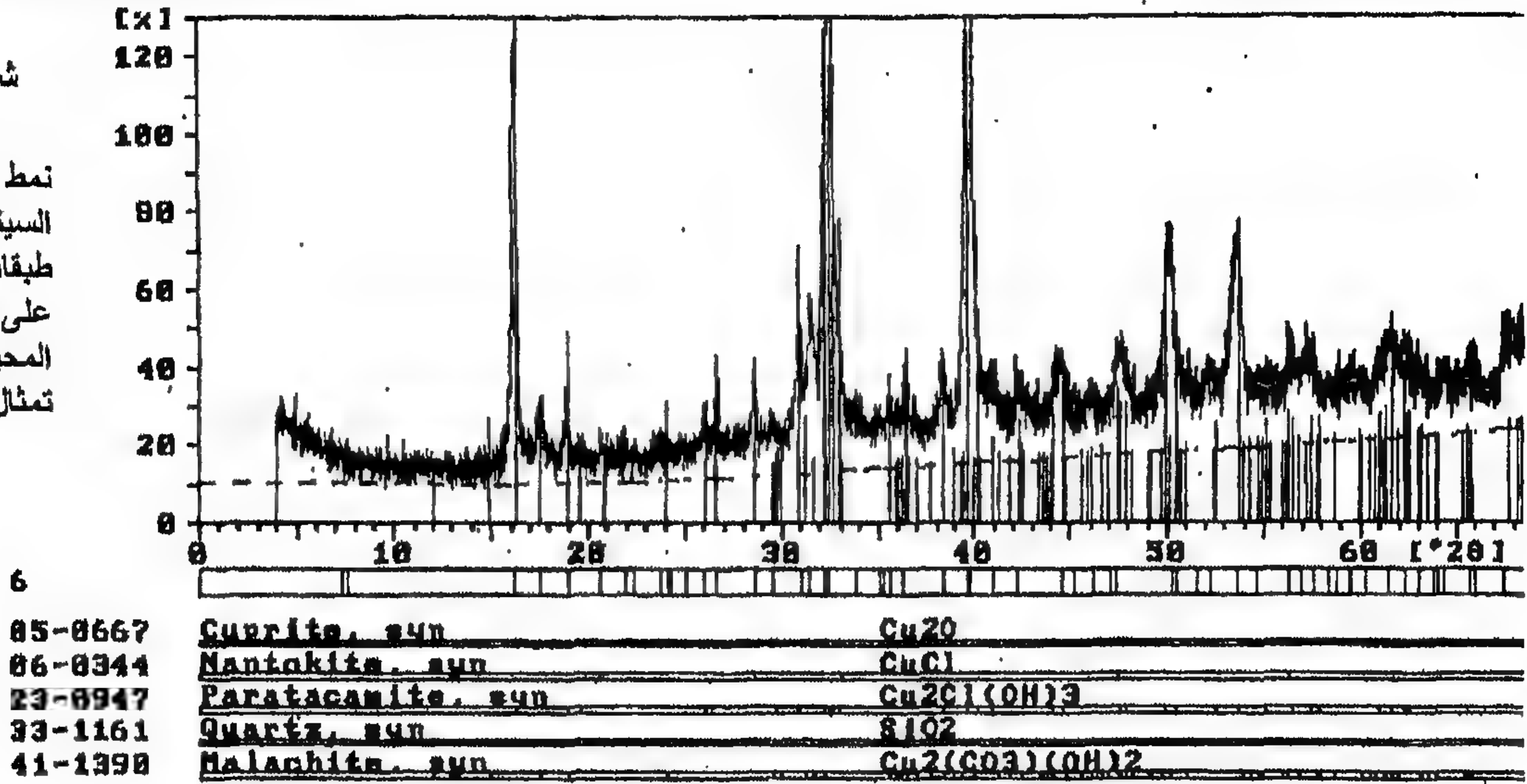
شكل (٢٠-ب)

نتيجة التحليل
بإستخدام طريقة
تفلسور الأشعة
السينية للعينة
السابقة.



شكل (٢١)

نمط حيود الأشعة
السينية لعينة من
طبقات الصدا من
على الأطار المعدني
المحيط بتطعيم أعين
تمثال كاعبر.



* تمثال الشاب المسجل تحت رقم "٣٢" كتالوج :-

العينة الأولى (شكل رقم (٢٢))

معجون بني محمر من داخل فراغ الجزء المستكمل يسار الوجه وكذا من داخل نقر
تثبيت الذراع الأيمن بالجسم والذي بتحليله باستخدام حيود الأشعة السينية وجد أنه مكون من :

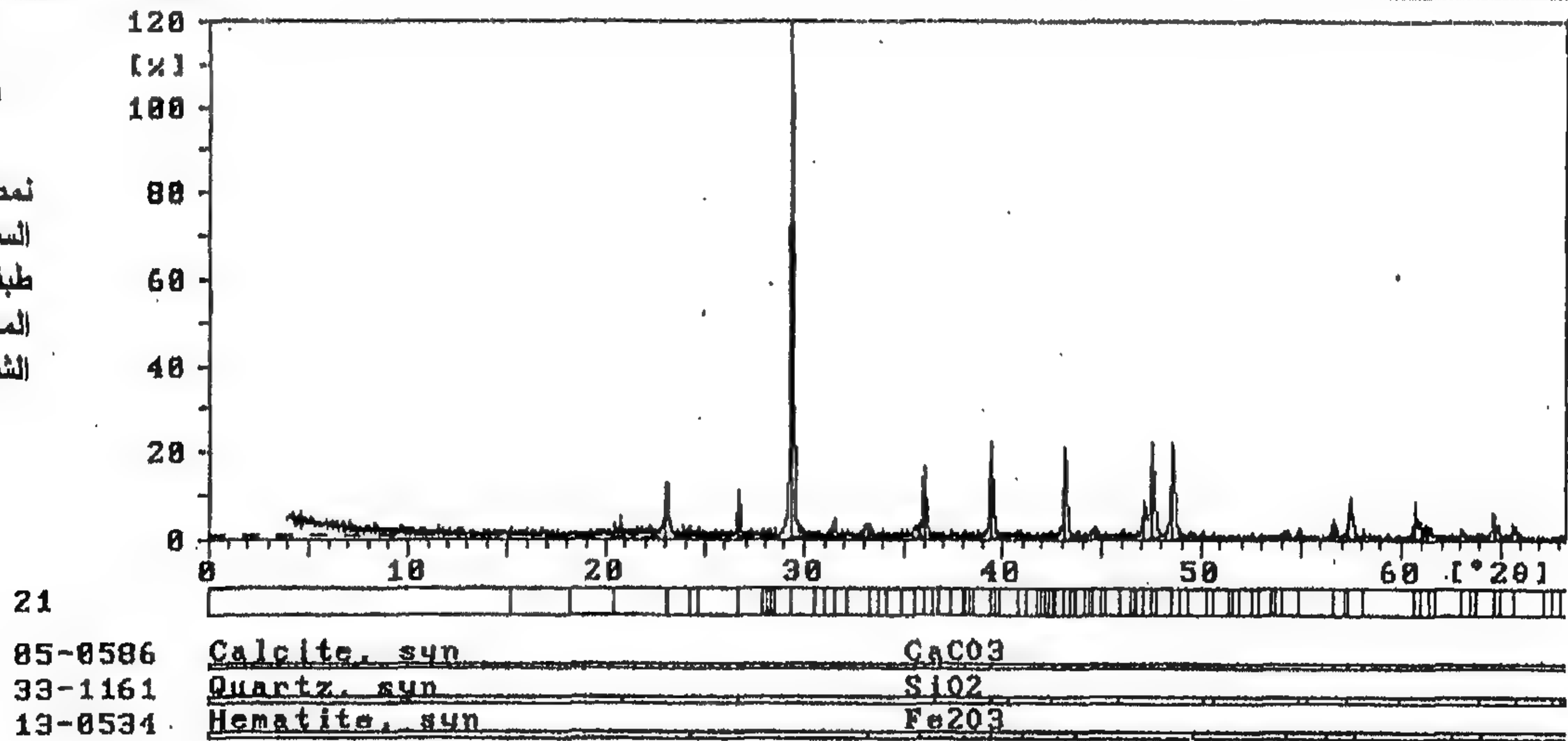
* الكالسيت $[\text{CaCO}_3]$ كمكون أساسي مع نسب صغيرة من .

* الكوارتز $[\text{SiO}_2]$ Quartz

* الهيماتيت $[\text{Fe}_2\text{O}_3]$ Hematite

شكل (٢٢)

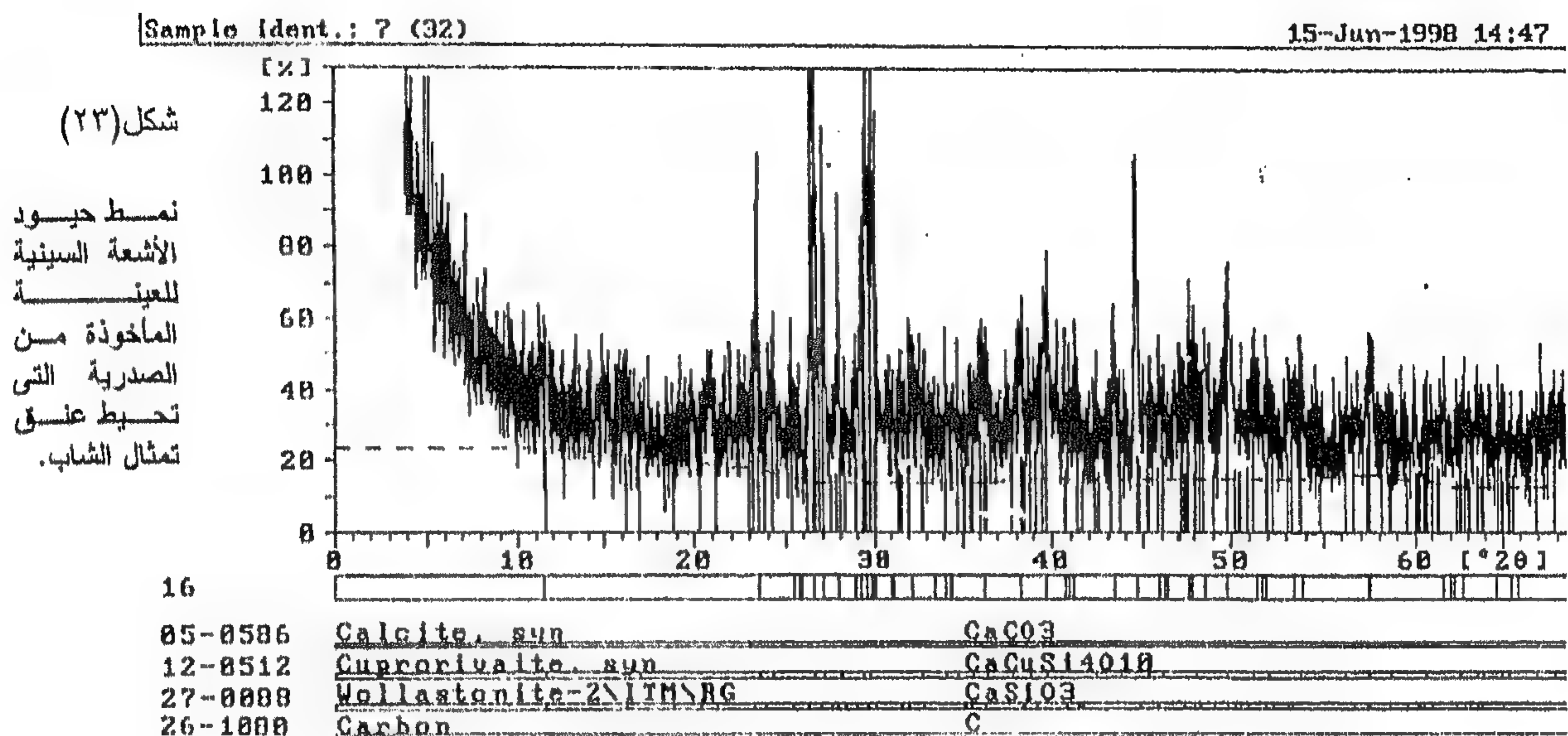
نمط حيود الأشعة
السينية لعينة من
طبقة المعجون
المحمر بتمثال
الشاب.



العينة الثانية [شكل رقم (٢٣)]

العينة عبارة عن طبقة ذات لون قاتم سهلة التفتت من الصدرية التي تحيط بالعنق
وبفحصها باستخدام الأستريوميكروسكوب لوحظ وجود أجزاء تميل للون الأزرق المخضر

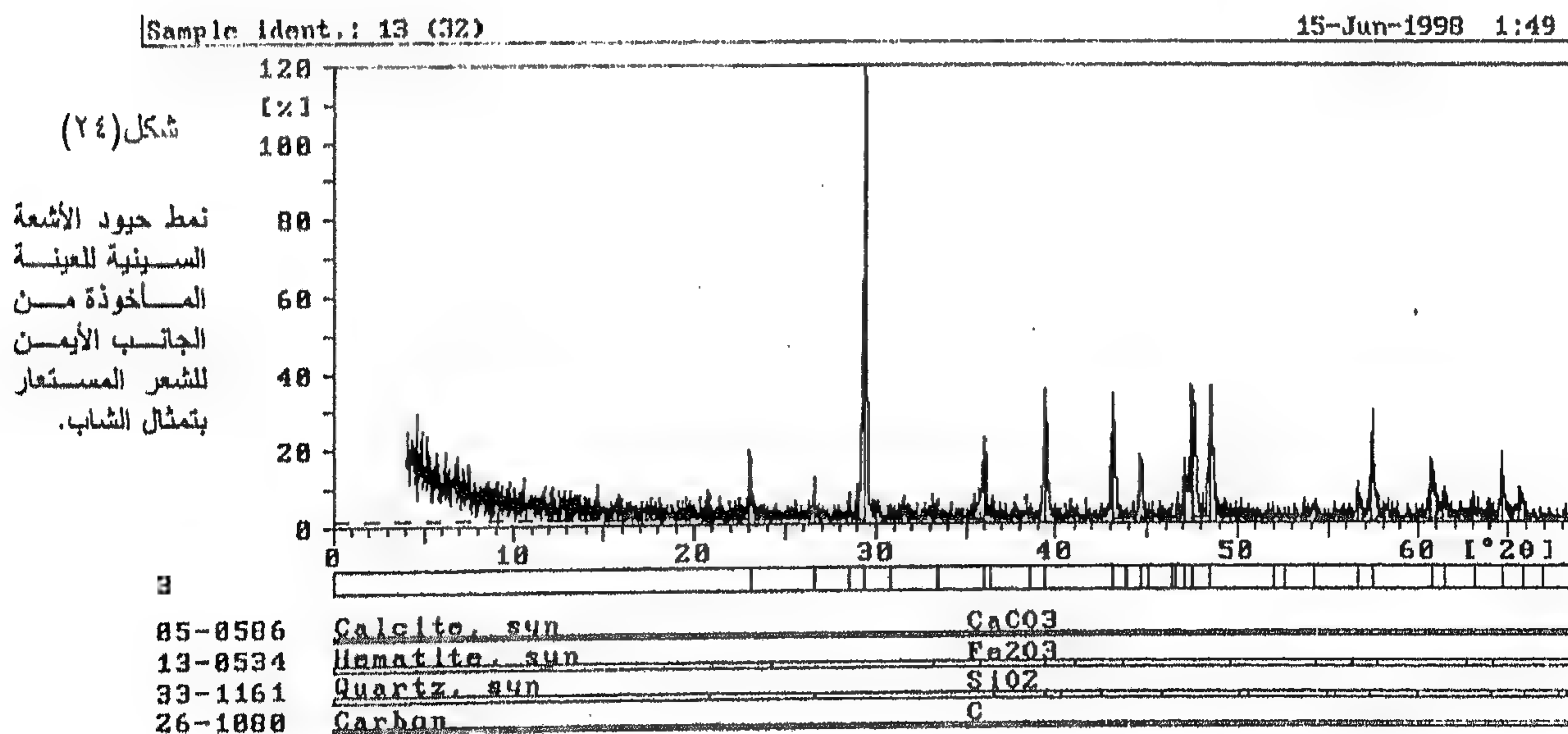
- وذلك فى الأجزاء الداخلية أما السطح فعلى هيئة حبيبات متماسكة قائمة اللون [صورة (٤٥)].
وبتحليل العينة بأستخدام طريقة حيود الأشعة السينية وجد انها تتكون من :
- * كربون [C] Carbon
 - * كالسيت [Ca CO₃] Calcite
 - * Wollastonite [Ca Si O₃]
 - * سليكات الكالسيوم والنحاس (الأزرق المصرى) [Ca Cu Si₄ O₁₀] Cuprorivaite



العينة الثالثة [شكل رقم (٢٤)]

العينة تمثل جزء من اللون الأسود ذو السمك الرقيق على طبقة من المعجون البنى المحمر من الجانب الأيمن للشعر المستعار، وتحليلها للتعرف على مكوناتها باستخدام طريقة حيود الأشعة السينية وجد أنها تتكون من :

- * كالسيت [Ca CO₃] Calcite كمكون رئيسى مع نسب قليلة من :
- * هيماتيت [Fe₂ O₃] Hematite

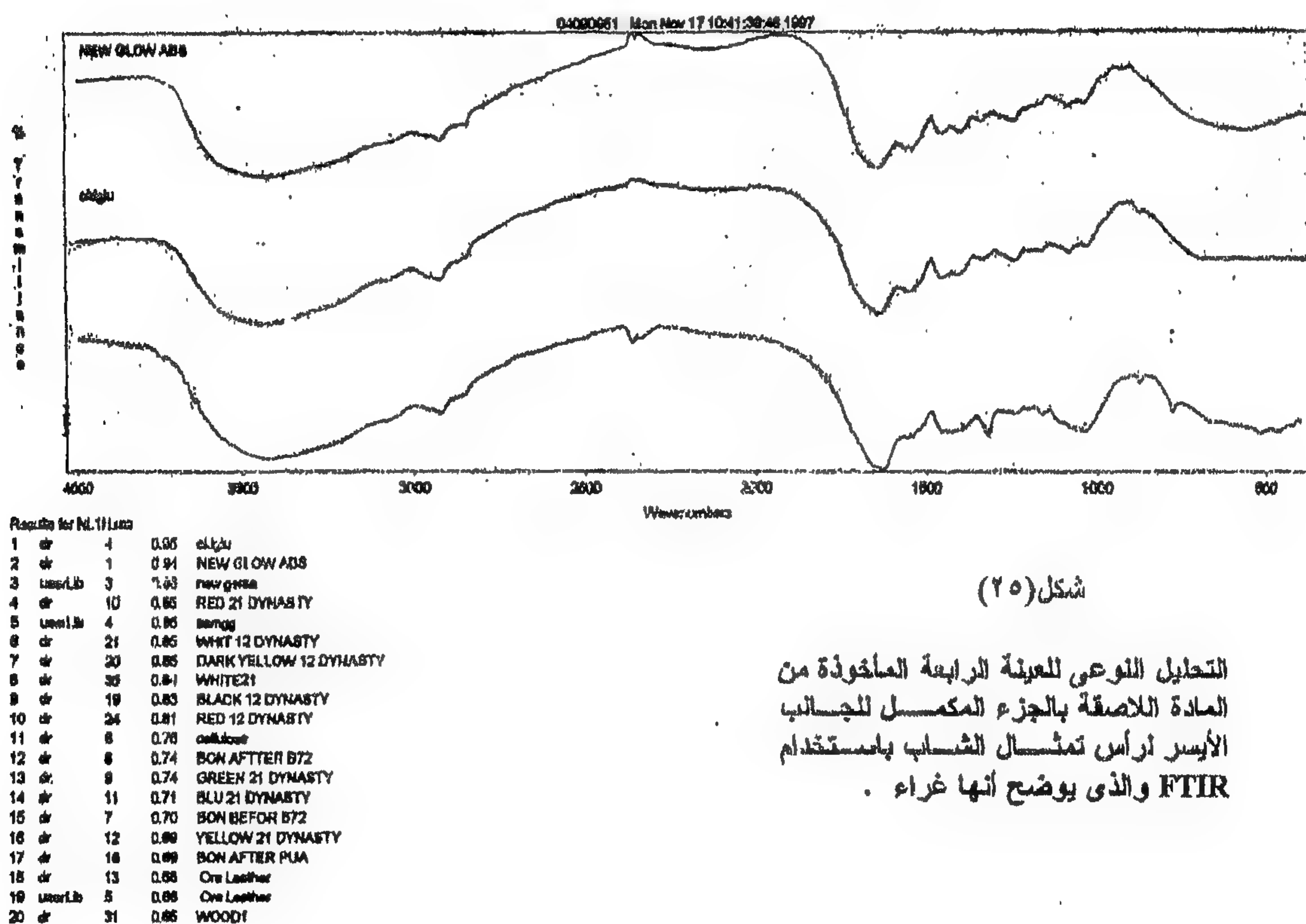


- * كوارتز [Si O₂]
- * كربون [C]

العينة الرابعة [شكل رقم (٢٥)]

تمثل المادة اللاصقة الموجودة على السطح الداخلي للجزء الخشبي المكمل للفراغ بالجانب الأيسر للرأس والتي أستخدمت لتثبيت هذا الجزء بموضعه. وهي عبارة عن قطع رقيقة السمك من مادة قاتمة اللون ذات لمعة تتميز بالصلابة إلا أنها قصيمه سهلة التفتت، وهي تذوب في الماء لتعطي مادة لزجة ذات لون بني وعند حرقها تنصهر ويزيد حجمها مع تصاعد بعض الغازات ذات الرائحة النيتروجينية وبعد انتهاء الحرق تترك كمية قليلة من الرماد.

وقد تم تحليل العينة باستخدام طريقة طيف الامتصاص للأشعة تحت الحمراء . وبمقارنة النتيجة التي حصل عليها من هذا التحليل بنتائج مماثلة للغراء الحيواني القديم والحديث أتضح أن العينة عبارة عن غراء حيواني .

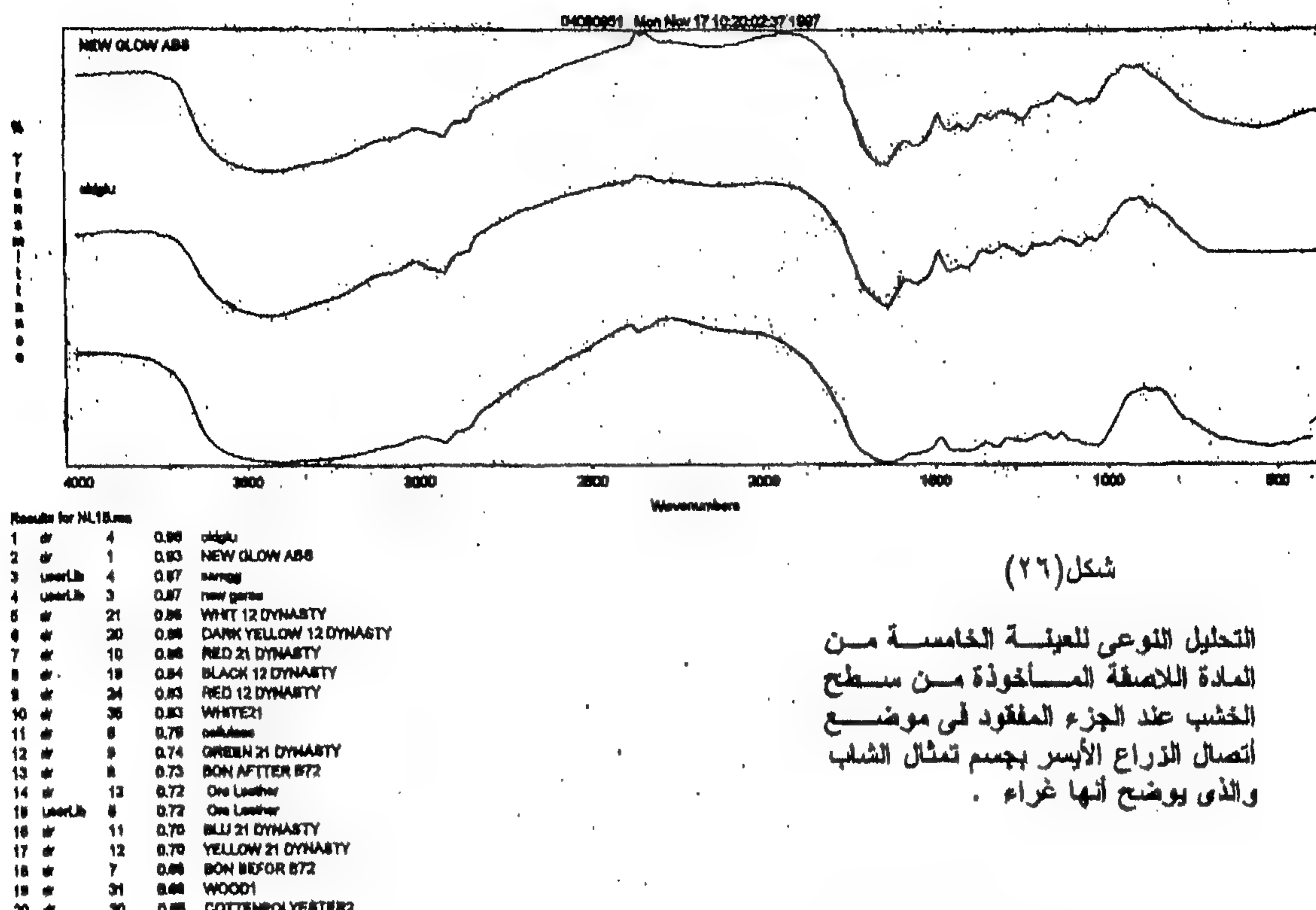


شكل (٢٥)

التحليل النوعي للعينة الرابعة المأخوذة من المادة اللاصقة بالجزء المكمل للجانب الأيسر لرأس تمثال الشاب باستخدام FTIR والذي يوضح أنها غراء .

العينة الخامسة [شكل رقم (٢٦)]

من المادة الموجودة على سطح الخشب عند الجزء المفقود في موضع اتصال الذراع الأيسر بالجسم وهي تمثل المادة اللاصقة المستخدمة لتثبيت الجزء الخشبي المكمل لهذا الموضع بالتمثال . وتتشابه هذه العينة إلى حد كبير في الشكل والخواص مع العينة السابقة . وقد تم إجراء نفس نوعية التحليل عليها فأتضح تماثل النتائج التي تم الحصول عليها في العينتين تماماً مما أكد أن العينة من الغراء الحيواني.



شكل (٢٦)

التحليل النوعي للعينات الخمسة من
المادة اللاصقة المأخوذة من سطح
الخشب عند الجزء المفقود في موضع
اتصال الذراع الأيسر بجسم تمثال الشاب
والذي يوضح أنها غراء .

تمثال " زوجة شيخ البلد" المسجل تحت رقم "٣٣" كتالوج

العينات الأولى [شكل رقم (٢٧)]

جزء من معجون ذو لون بني محمر فاتح من أسفل الجانب الأيسر للوحة حيث السطح
مغطى بطبقة رقيقة من لون قاتم ملتصق ببعض أجزائها بقايا من مادة بيضاء [صورة (٢٠٤)
أ-ب] . بالتحليل باستخدام حيود الأشعة السينية وجد أن العينة مكونة من:

- * كوارتز $[SiO_2]$ كمكون رئيسي ونسب متفاوتة
- * جوثيت $[FeO(OH)]$
- * جبس $[CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O]$
- * هيماتيت $[Fe_2O_3]$
- * كربون $[C]$
- * كالسيت $[CaCO_3]$

والجوثيت أو المغرة الصفراء كانت تستخدم قديما للتلوين باللون الأصفر وللحصول
على اللون الأحمر (الهيماتيت) عن طريق الحرق^(١).

العينات الثانية [شكل رقم (٢٨)] [صورة رقم (٤٣)]

جزء من اللون الأسود من داخل تجاعيد الشعر المستعار من الخلف والذي بتحليلية باستخدام
حيود الأشعة السينية وجد أنه مكون من :

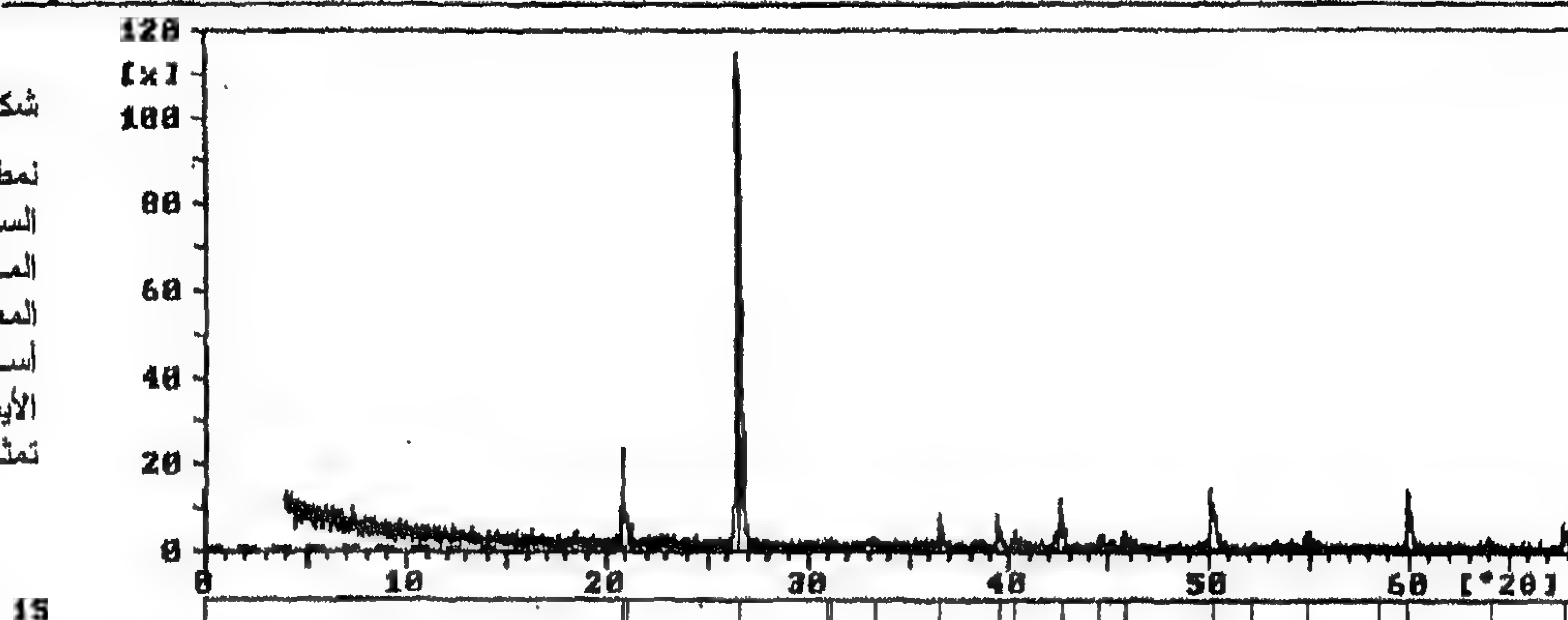
^(١)Forbes, R.J. ; " Chemical, Culinary and Cosmetic Arts", A History of Technology,
Vol. 1 , AT the Clarendon Press, Oxford, England, 1958, p. 238.

- . Ferrihydrite , Syn . $\text{Fe}_5\text{O}_7(\text{OH}) \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ *
- . Carbon (C) كربون *
- . Quartz (SiO_2) كوارتز *
- . Dolomite , Ferroan $\text{Ca}(\text{Mg,Fe})(\text{CO}_3)_2$ *
- . Calcite [CaCO_3] كالسيت *
- . Microcline , intermediate (KAlSi_3O_8) *

Sample Ident.: 32 H

15-Jun-1998 8:11

شكل (٢٧)
نمط حيود الأشعة
السينية للعينه
المأخوذة من
المعجون الملون
أسفل الجانب
الأيسر لوجه
تمثال السيدة.



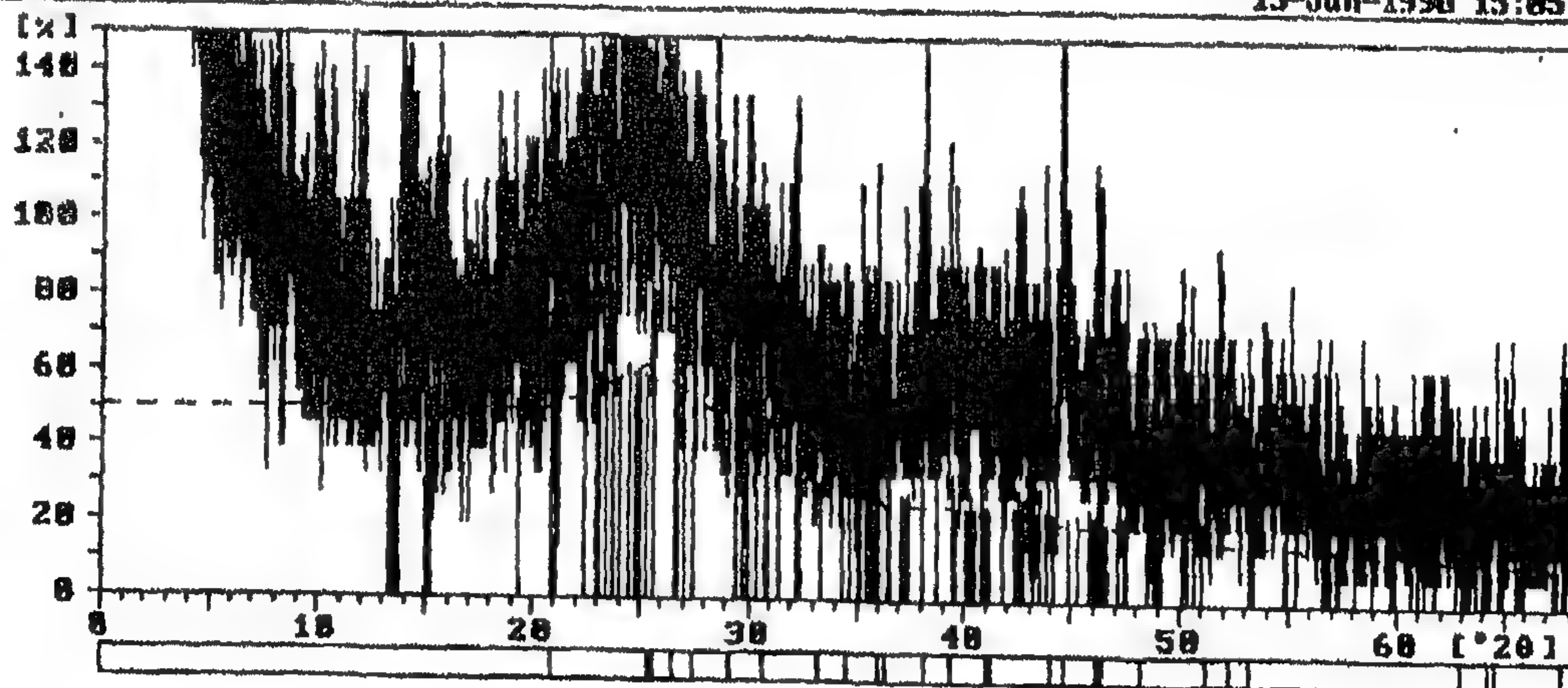
15

13-0534	Hamatite, syn	Fe_2O_3
06-0046	Gypsum	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
26-1080	Carbon	C
33-1161	Quartz, syn	SiO_2
19-0769	Clinoptilolite, syn	$\text{H}_4\text{Si}_3\text{O}_{10}$
29-0713	Gaethite	$\text{FeO}(\text{OH})$

Sample Ident.: 1 (33)

15-Jun-1998 15:05

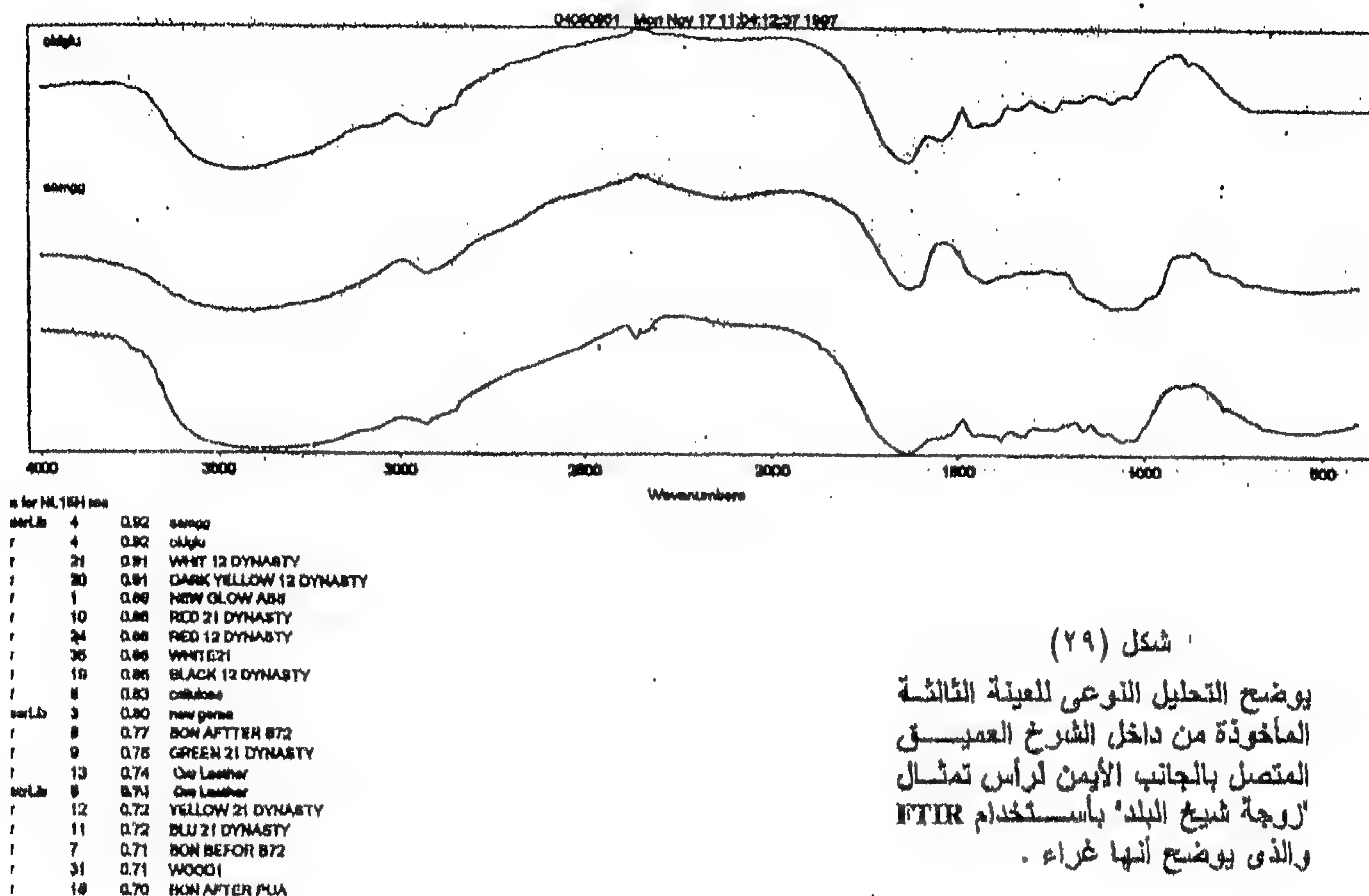
شكل (٢٨)
نمط حيود
الأشعة السينية
للعينه
المأخوذة من
تجعيد الشعر
المستعار
بتمثال السيدة.



26-1080	Carbon	C
33-1161	Quartz, syn	SiO_2
34-0517	Dolomite, ferroan	$\text{Ca}(\text{Mg,Fe})(\text{CO}_3)_2$
05-0586	Calcite, syn	CaCO_3
22-0675	Microcline, intermediat	KAlSi_3O_8

العينة الثالثة [شكل رقم (٢٩)] :

رقائق من مادة قاتمة اللون من داخل الشروخ العميق المتصل بالجانب الأيمن للرأس وهي ذات لمعة وشفافية محدودة ، يوجد بها فقاعات هواء صغيرة مما يعنى أنها كانت سائلة فى وقت ما ، وهي صلبة وفى نفس الوقت قصيمه سهلة التفتت ، وعند زوبانها فى الماء تعطى مادة لزجة ذات لون بنى قاتم وقد تم تحليل العينة باستخدام طريقة طيف الأمتصاص للأشعة تحت الحمراء ، حيث أتضح أنها " غراء " .



شكل (٢٩)

يوضح التحليل النوعى للعينة الثالثة المأخوذة من داخل الشروخ العميق المتصل بالجانب الأيمن لرأس تمثال "رجة شيخ البلد" باستخدام FTIR والذي يوضح أنها غراء .

٢- نتائج تحاليل العينات الخاصة بمظاهر التلف :

• تمثال " كاعبر " المسجل تحت رقم " ٣٤ " كتالوج (١) :

العينة الأولى :

من الطبقة البيضاء التي توجد على سطح الخشب بالجانب الأيسر للجسم أسفل الذراع الأيسر والتي بتحليلها باستخدام طريقة حيود الأشعة السينية وجد أنها مكونة بصورة رئيسية من السليكات بما يتضمن معادن الكاولينيت مع كمية قليلة من الجبس .

(١) تم تحليل العينات من الأولى حتى الخامسة بمعامل البحوث بمتحف الفنون الجميلة ببوسطن .

العينة الثانية :

من البقعة البيضاء التي توجد على سطح الخشب بالساق اليمنى من الخلف وقد وجد أنها مكونة من الجبس والسليكات وأوكسالات الكالسيوم .
العينة الثالثة :

من البقع البيضاء الموجودة على سطح الخشب بثنيات الظهر جهة اليسار وهي مكونة بصورة رئيسية من الجبس والسليكات وأوكسالات الكالسيوم المائية بالإضافة الى الكالسييت الذي يعتقد أن وجوده يرجع الى تداخل بقايا من المعجون الأصلي مع العينة .

العينة الرابعة :

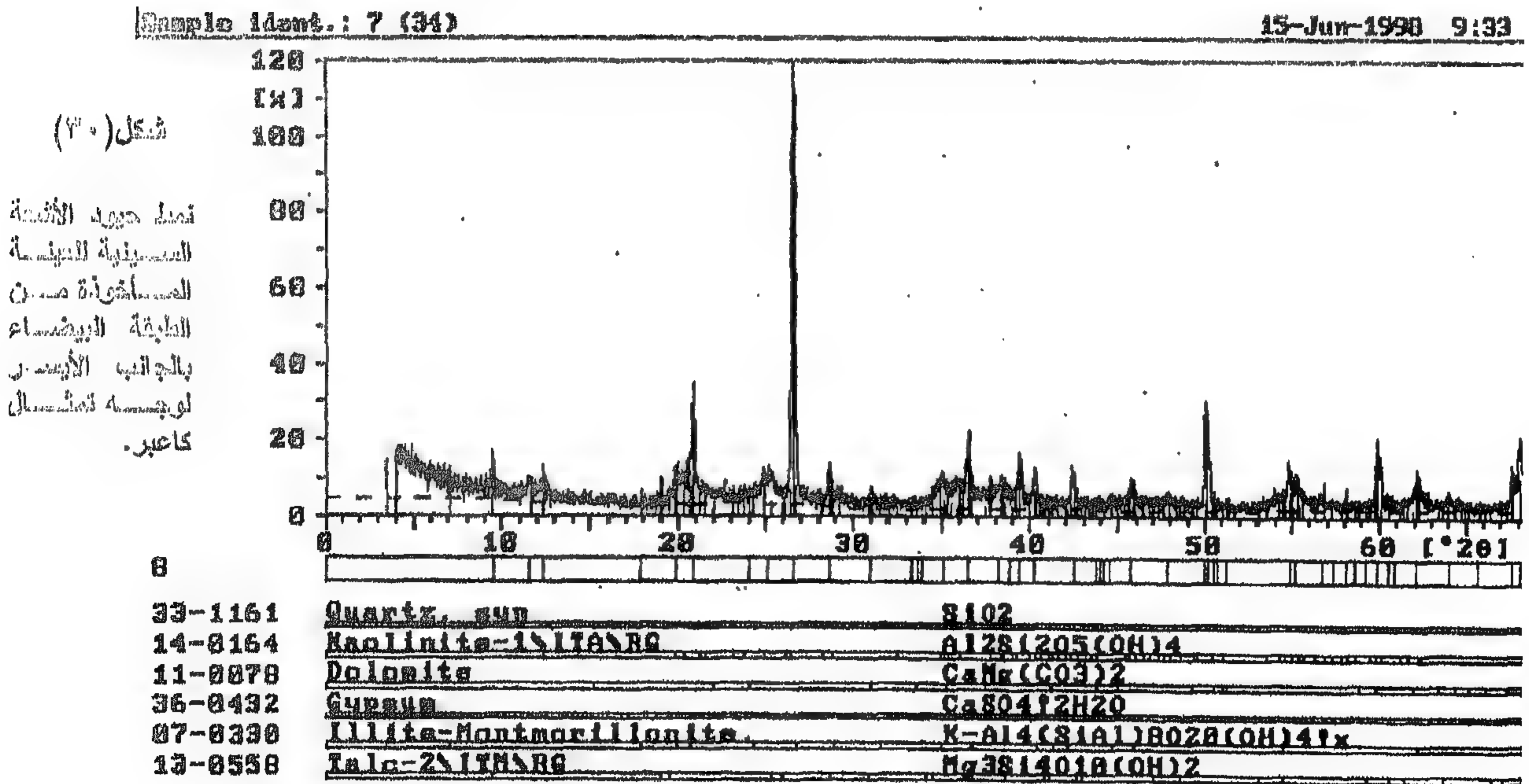
قطع صغيرة ذات لون أبيض ناصع من داخل شروخ بالذراع الأيمن وقد وجد أنها مكونة أساسا من الجبس .

العينة الخامسة :

من المسحوق الأبيض الموجود داخل الشرخ الطولى يمين الظهر والذي بفحصه بالميكروسكوب وجد أنه عبارة عن خليط من مسحوق أبيض ورمادى حيث المسحوق الأبيض مكون أساسا من الجبس بينما المسحوق الرمادى عبارة عن سليكات بما يتضمن الكاولينيت والبيت الفلدسبار .

العينة السادسة : (شكل رقم (٣٠))

من الطبقة البيضاء التي توجد على سطح الخشب بالوجه ، وقد وجد أنها مكونة من الكوارتز بصورة رئيسية والجبس والتلك مع بعض معادن السليكات مثل الدولوميت والكاولينيت .



العينة السابعة [شكل رقم (٣١)]

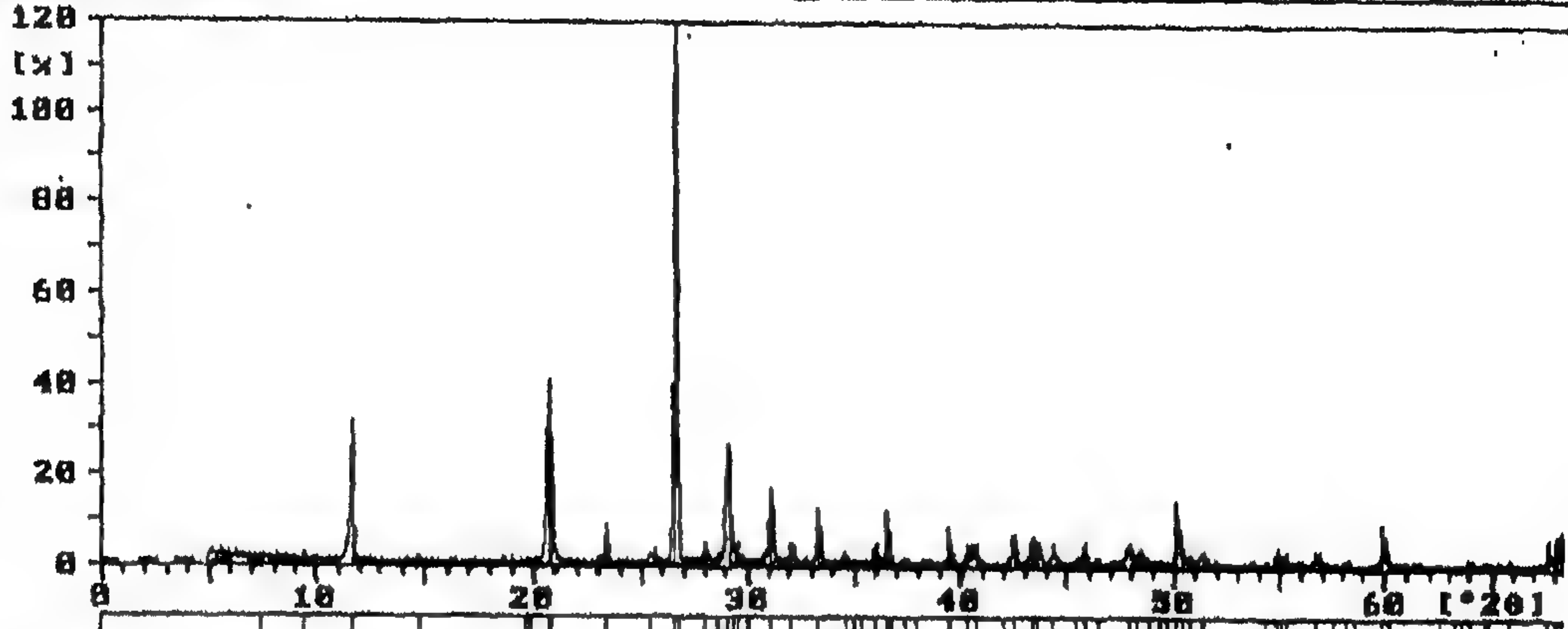
من الطبقة البيضاء التي توجد على سطح لسان الذراع الأيسر والتي وجد أنها مكونة بصورة رئيسية من الكوارتز والجبس مع نسبة قليلة من الكالسيت يرجح أنها جزء من المعجون الأصلي الذي تداخل مع العينة ، هذا بجانب نسب قليلة من تلك ومعادن السليكات .

Sample Ident.: 8 (34)

15-Jun-1998 9:26

شكل (٣١)

نمط حيود الأشعة
السينية للعينة
المأخوذة من
الطبقة البيضاء
الموجودة على
لسان الذراع
الأيسر لتمثال
كاعبر.



7

93-1161	Quartz, syn	8102
36-0432	Synsun	CaSO4.12H2O
24-0827	Calcite	CaCO3
13-0558	Calc-2517H5RQ	Hg3814018(OH)2
41-1488	Albite, calcian, ordana	(Na,Ca)Al(81,61)308
93-0318	Bassanite, syn	CaSO4.18.5H2O

العينة الثامنة [شكل رقم (٣٢)]

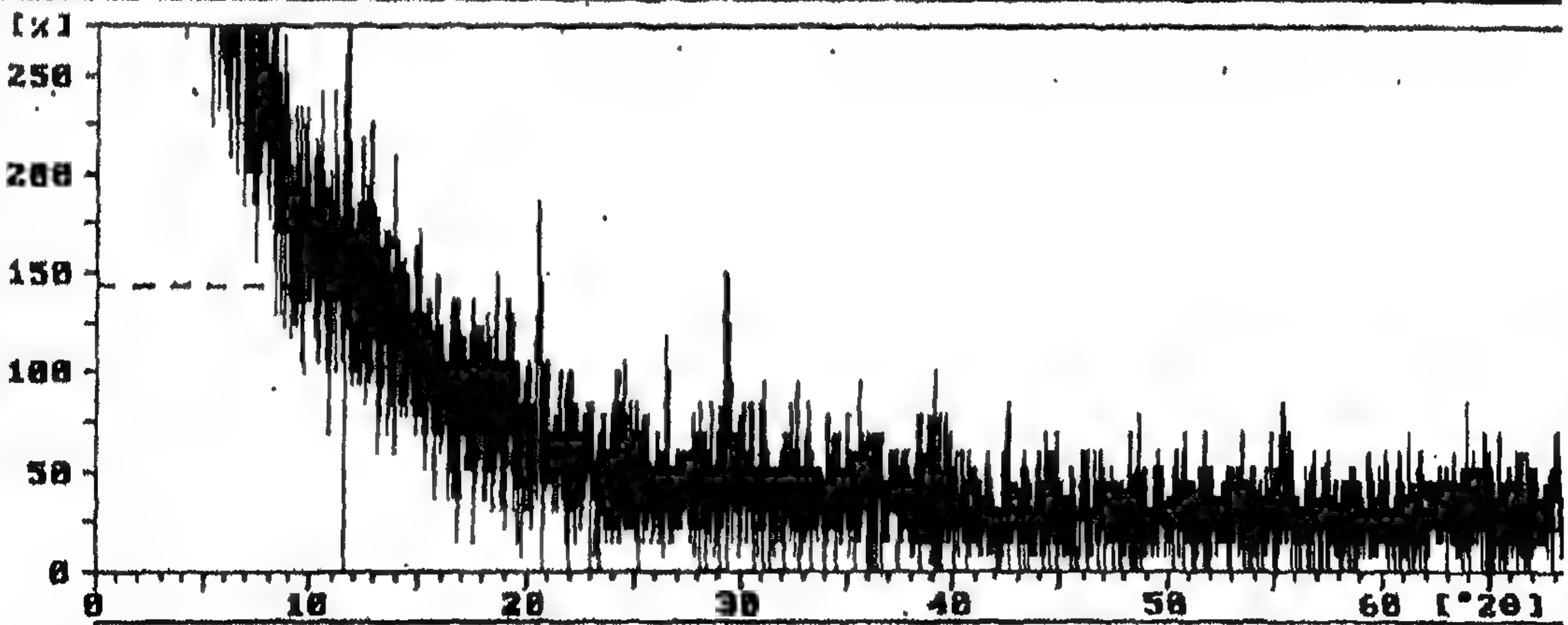
من الطبقة البيضاء الموجودة على السطح الخلفي للذراع الأيسر وقد وجد انها مكونة بصورة رئيسية من الجبس والكوارتز وأثار من الكالسيت .

Sample Ident.: 16-34

15-Jun-1998 20:04

شكل (٣٢)

نمط حيود الأشعة
السينية للعينة
المأخوذة من الطبقة
البيضاء بالسطح
الخلفي للذراع
الأيسر لتمثال
كاعبر.



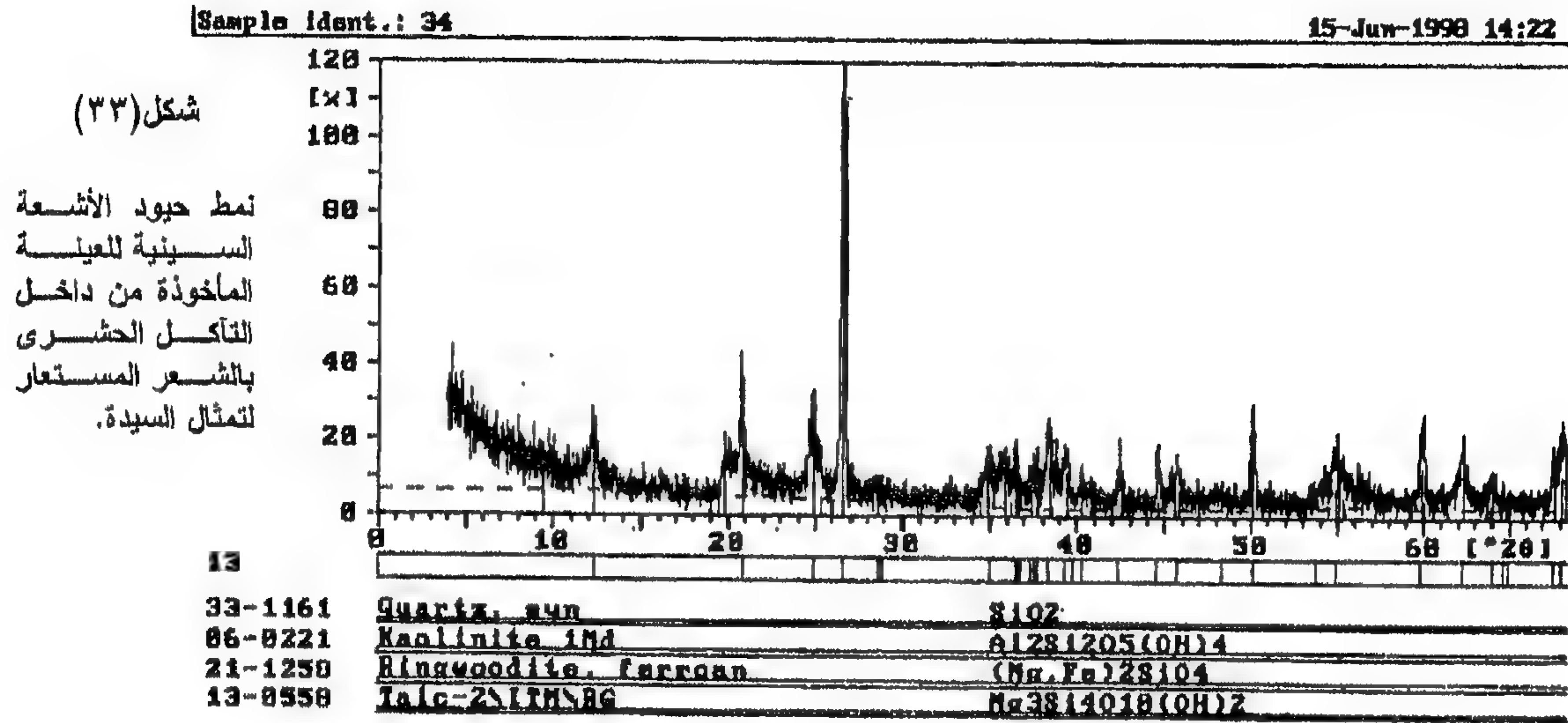
8812

11-0695	Cristobalite, syn	8102
33-0311	Synsun, syn	CaSO4.12H2O
05-0586	Calcite, syn	CaCO3

• تمثل السيدة التي يطلق عليها " زوجة شيخ البلد " والمسجل تحت رقم " ٣٣ " كتالوج :

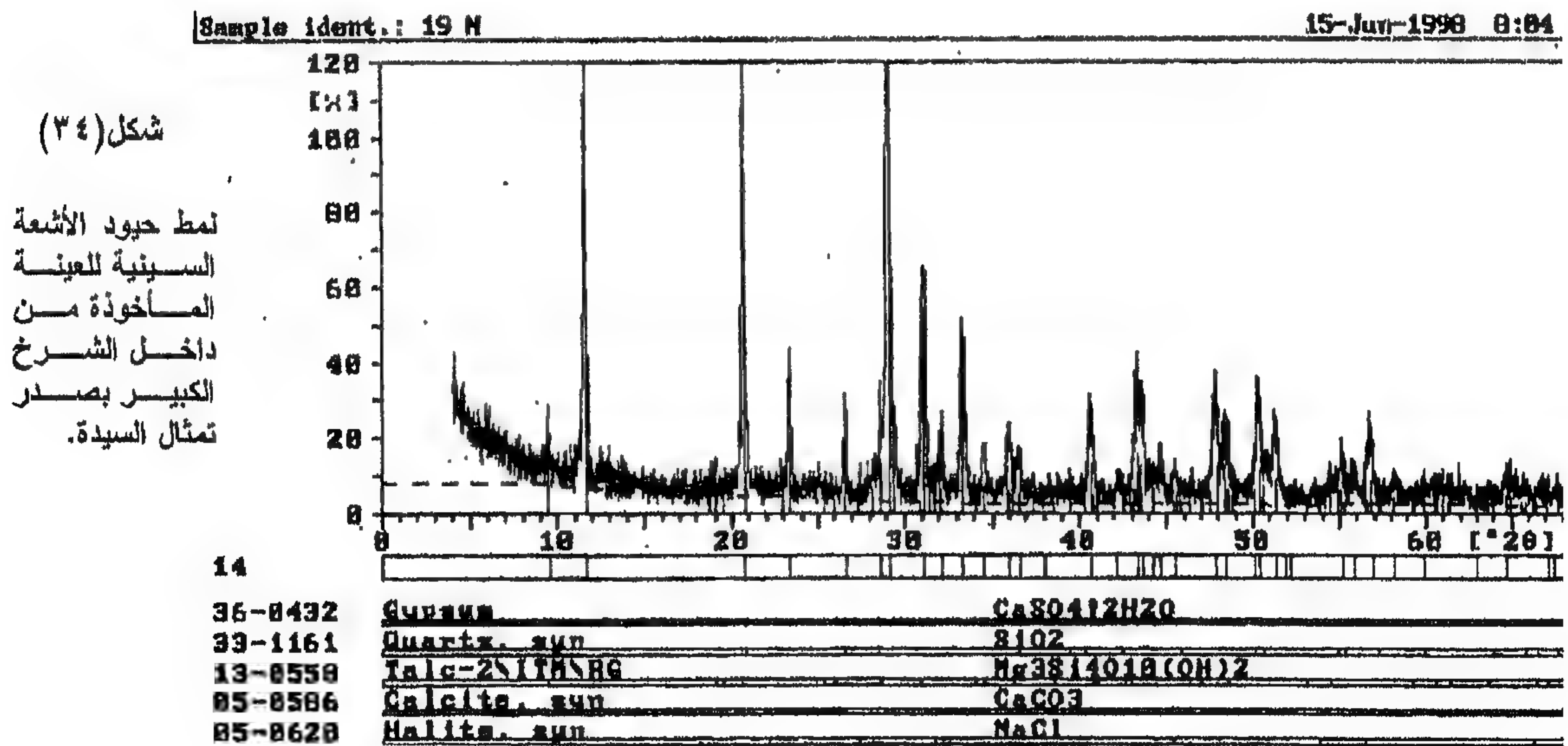
العينة الأولى [شكل رقم (٣٣)]

من المادة البيضاء الموجودة داخل التآكل الحشوي بالشعر المستعار من الخلف وقد وجد أنها مكونة من الكوارتز والكاولينيت بصورة رئيسية مع نسب قليلة من التلك
Ringwoodite $[(Mg, Fe) SiO_4]$.



العينة الثانية (شكل رقم (٣٤))

مسحوق أبيض اللون من داخل الشرخ الكبير الموجود في وسط الصدر من الأمام وهو مكون بصورة رئيسية من التلك والجبس مع نسب صغيرة من الكوارتز والهاليت .



العينة الثالثة (شكل رقم (٣٥))

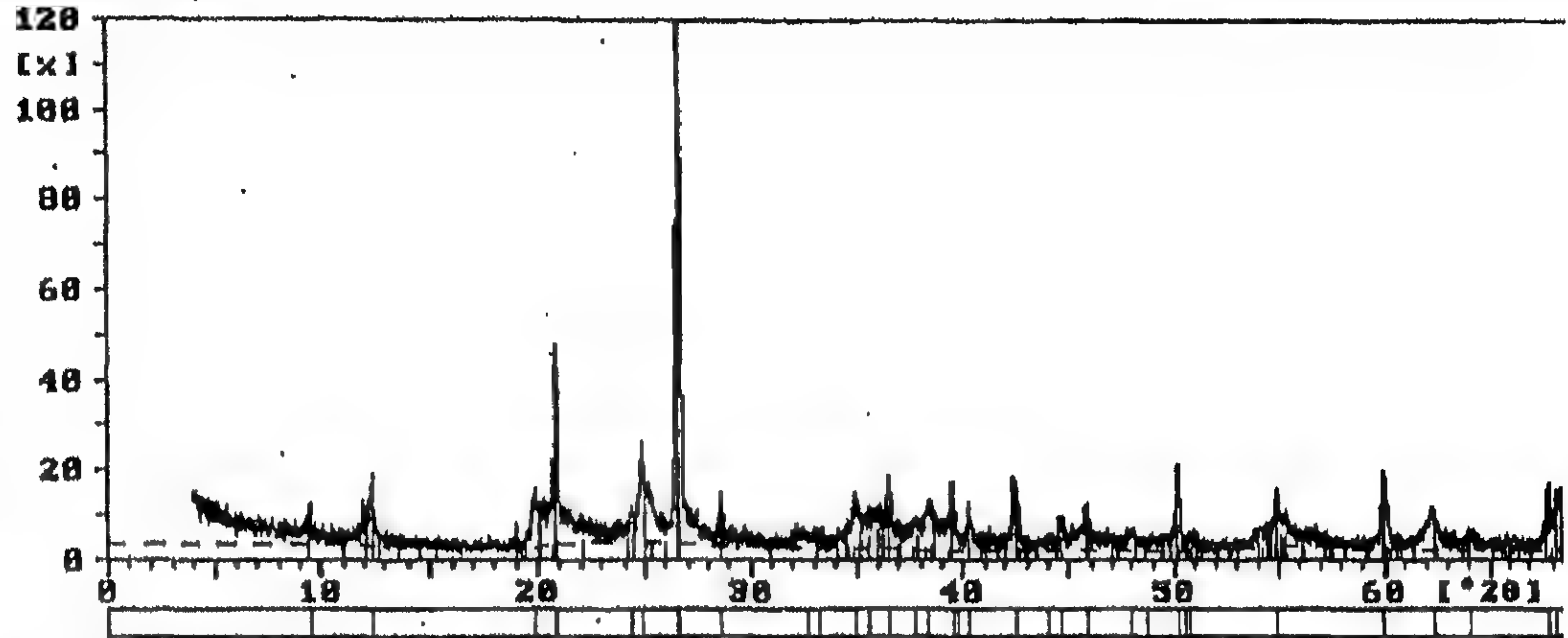
من المادة البيضاء الموجودة فوق سطح اللون الأسود بالسطح السفلى للشعر المستعار
وهي مكونة بصورة رئيسية من الكوارتز والكاولينيت والتلك مع نسب بسيطة من الكربون
والهيماتيت ترجع إلى تداخل اللون وأرضية التحضير مع العينة .

Sample Ident.: 45N

15-Jun-1998 14:19

شكل (٣٥)

نمط حيود الأشعة
السينية للعينة
المأخوذة من
المادة البيضاء
الموجودة على
السطح السفلى
للشعر المستعار
بتمثال السيدة.



30

33-1161
26-1088
33-8664
29-1480
13-0558
07-0417

Quartz, sun
Carbon
Hematite, sun
Kaolinite-1517M4SRG
Talc-2517M4SRG
Antigorite 6M

8102
C
Fe2O3
Al28(205(OH)4
Mg38(4018(OH)2
Mg38(205(OH)4

العينة الرابعة [شكل رقم (٣٦)]

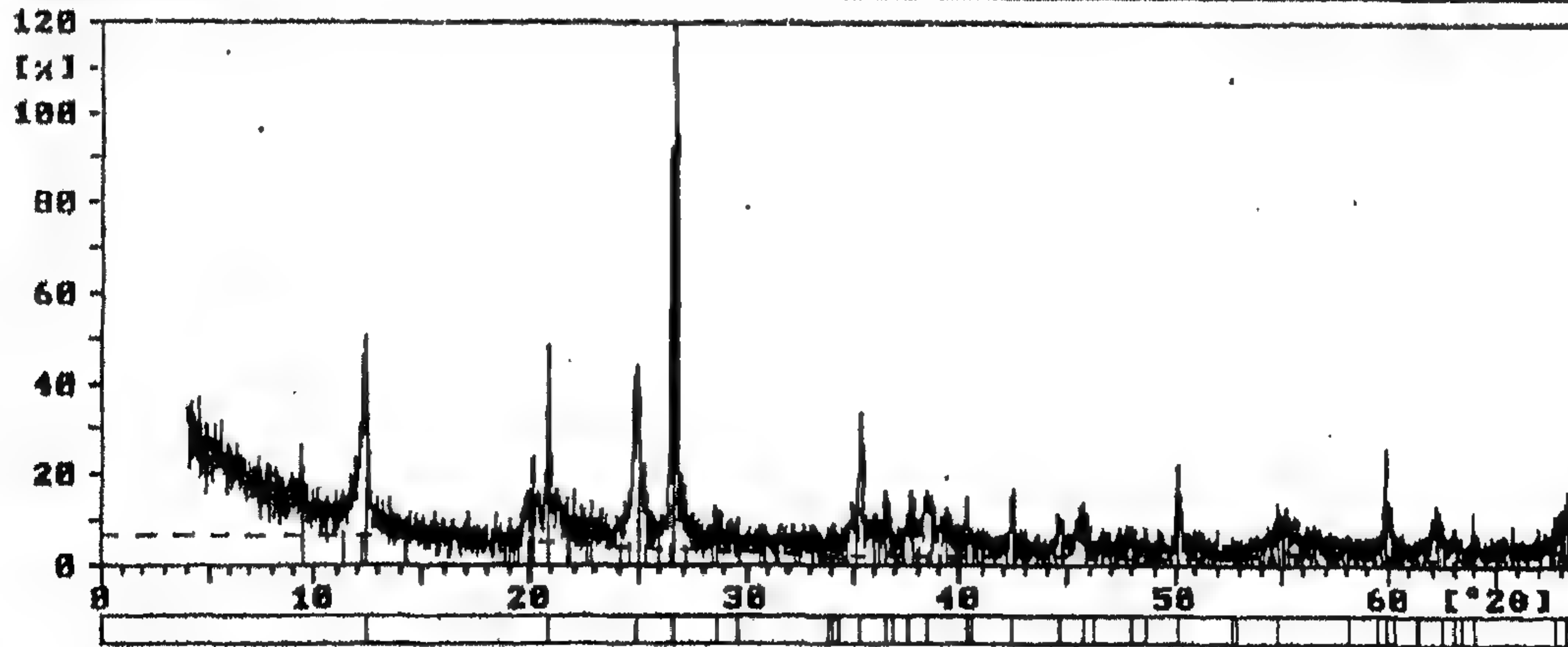
من المادة البيضاء التي توجد فوق الطلاء الأحمر الحديث بأعلى الجانب الأيمن للتمثال
وقد وجد انها مكونة بصورة رئيسية من الكوارتز والكاولينيت مع نسبة بسيطة من التلك و
(Supphirine $Al_5 Mg_4$) ($Al_4 Si_2$) O_{20} .

Sample Ident.: 36 N

15-Jun-1998 14:21

شكل (٣٦)

نمط حيود الأشعة
السينية للعينة
المأخوذة من
المادة البيضاء
الموجودة فوق
الطلاء الأحمر
الحديث بتمثال
السيدة.



25

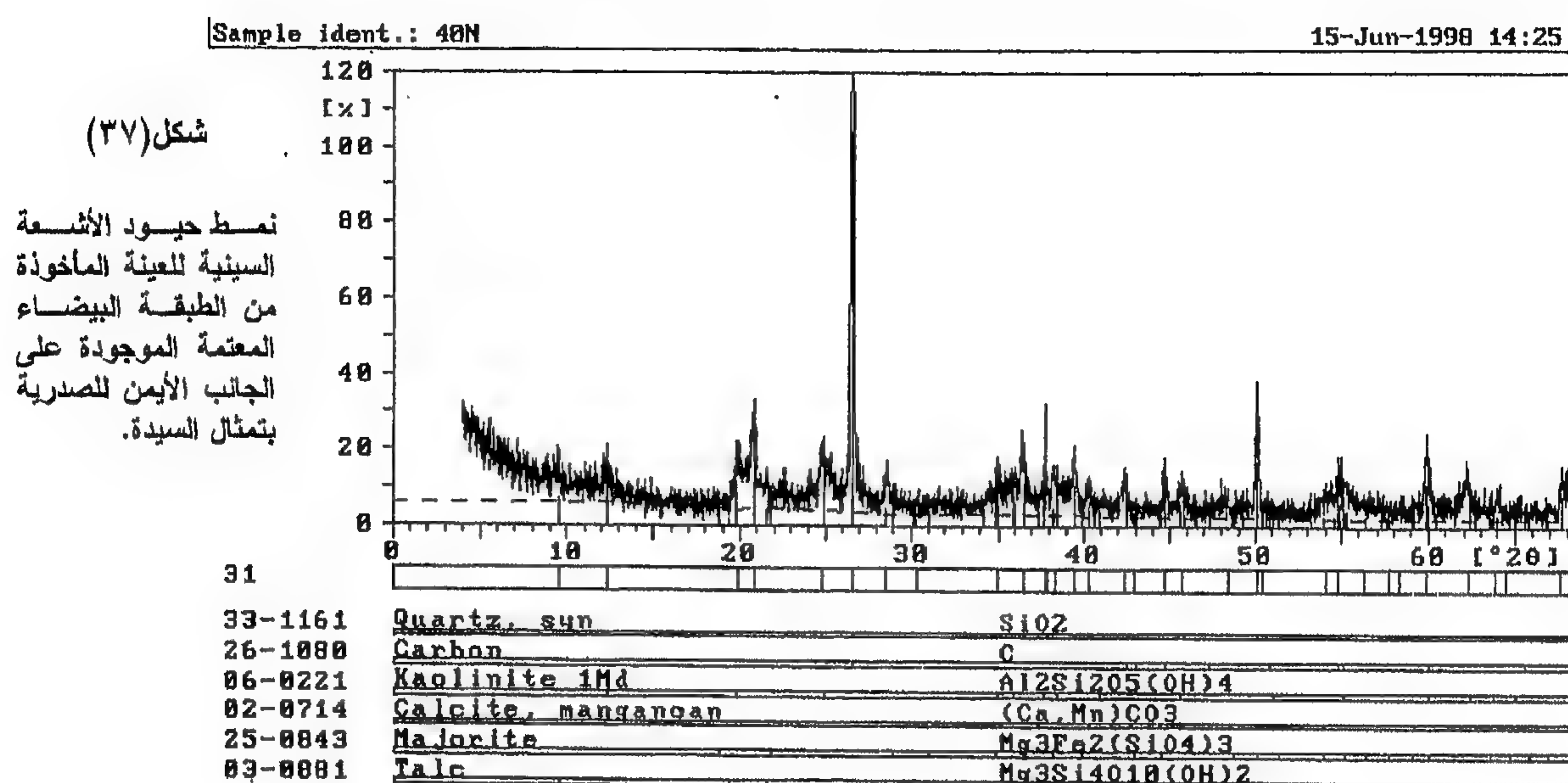
33-1161
29-1488
44-1430
13-0558

Quartz, sun
Kaolinite-1517M4SRG
Sapphirine-1517M4SRG
Talc-2517M4SRG

8102
Al28(205(OH)4
(Al5Mg4)(Al4Si2)O20
Mg38(4018(OH)2

العينة الخامسة [شكل رقم (٣٧)]

من الطبقة السطحية المعتمدة التي توجد على سطح الجانب الأيمن للصدرية وقد وجد أنها تحتوى على الكوارتز ثم الكاولينيت بصورة رئيسية مع نسب قليلة من التلك والكربون .



٣- التعرف على نوعيات أخشاب التماثيل المختارة :

تم التعرف على نوعيات الأخشاب المستخدمة فى التماثيل الثلاثة المختارة كنتيجة لعمليات الفحص والدراسة المقارنة بالرجوع إلى مجموعات الأخشاب المعروفة . حيث تم التوصل إلى النتائج التالية :

• تمثال " كاعبر " المسجل تحت رقم (٣٤) كتالوج :

التمثال مصنوع من خشب ذي لون بني فاتح يميل للاصفرار في بعض الأجزاء وإلى الاحمرار في أجزاء أخرى ، وهو معتدل الصلابة ذو تجاريع متقاربة متوازية ومستقيمة بصورة عامة . يتميز بوجود العديد من العقد المختلفة فى الأحجام والنوعيات . وبفحص الطرز التشريحية لعينات من خشب التمثال باستخدام الميكروسكوب الضوئى ، والميكروسكوب الإلكتروني الماسح ، أتضح أنه خشب السرو Cupressus sempervirens خلافاً لما ذكر فى العديد من المراجع من أنه مصنوع من خشب الجميز ، حيث بفحص القطاعات الثلاثة لعينة من الجسم وأخرى من الخوابير وجد التالى :

القطاع العرضى TS [صورة رقم (٤٧)]

تظهر فيه حلقات النمو واضحة ، مكونة من قصيبات تبدو متساوية الأضلاع فى المقطع العرضى ، وتترتب الحلقات فى تتابع منتظم . ويلاحظ أن القصيبات المتأخرة أوسع فى القطر وجدرانها أقل تغلظ عن القصيبات المبكرة التى تتميز بجدر شديدة التغلظ وبالتالي فإن الفرق بين الخشب المبكر والمتأخر يظهر واضحاً . ويتميز هذا القطاع بغياب قنوات الراتنج .

القطاع الطولى المماس . LS : (صورة رقم (٤٨))

تظهر فيه الأشعة أحادية التسلسل ويلاحظ أن جدران برانشيمية الأشعة ذات نهايات ناعمة كما أن القصيبات غير مسننة وهى ذات نقر مضافوفة على الجدران القطرية والمماسية.

القطاع القطرى RLS : (صورة رقم (٤٩))

تظهر برانشيمية الأشعة ذات الجدران بنهايات ناعمة . كما تظهر قصيبات الأشعة غير المسننة ، ويلاحظ وجود Cupressoid Pets .

وشجرة السرو من الصنوبريات وهى تنتمى الى عائلة Cupresaceae ، وتنمو فى التربة الرملية الجافة حيث يصل ارتفاعها الى ٣٠ م وقطرها إلى ١ م . وهى من الأشجار الكثيفة دائمة الخضرة ، وتعتبر من الأشجار المناطق الدافئة خاصة شرق وجنوب آسيا ونيوزولاند وأستراليا . وهى تعطى خشب ذو لون بنى فاتح أو مائل للإحمرار تجازيعه دقيقة مستقيمة ومتوازية بصورة عامة . وهو خشب معتدل الصلابة يميل لوجود العقد يتميز بمقاومة الإصابة بالحشرات وبالقدرة على البقاء وهو خفيف الوزن بصورة معتدلة ، غير راتنجى وإن كانت له رائحة عطرية خفيفة، يتميز بسهولة التشغيل ويعطى سطح جيد التشطيب . وبعمل مزارع فطرية لعينات من هذا الخشب تم التوصل إلى تواجد فطر *Trichothecium roseum* وهو فطر لا يتواجد بصورة عامة بمصر ويتعرف عليه فى المنتجات النباتية المستوردة ، مما يؤكد أن خشب السرو المستخدم فى تشكيل تمثال " كاعبر " هو خشب مستورد .

وقد استورد خشب السرو فى مصر القديمة ويرجح أن استيراده كان من سوريا أو تركيا أو من منطقة جبل Edon . ويمكن أن يكون قد استورد مع خشب الأرز ولكن بكميات أقل حيث لم يتعرف إلا على عينات قليلة منه والعينات الكبيرة التى عثر عليها ترجع الى الدولة الحديثة . وشجرة السرو فى مصر القديمة كانت مقدسة للإله " أوزيريس " وكانت تسمى بالهيوغليفية " أعلو " وبالقبضية " أرو " وقد استخدمت فى صناعة التوابيت الملكية والأثاث والأقواس والقوارب . كما كان يستخلص من أوراقها مادة كانت تستخدم للأغراض الطبية . وهى تزرع حالياً فى مصر خاصة بالأسكندرية وأراضى سواحل البحر المتوسط .

أما العصا التى يقبض عليها " كاعبر " بيده اليسرى فهى عبارة عن فرع طبيعى من شجرة تم أقلمة الأفرع المتفرعة منه بحيث لم يتبق فى موضعها إلا أجزاء صغيرة بارزة وتنتهى العصا من أعلى بثلاثة تفرعات تعطىها الشكل " V " أما الطرف السفلى فيأخذ الشكل المحدب . وهى ما زالت تحتفظ بطبقة القلف التى تميل للون البنى المحمر القاتم أما الخشب فذو لون فاتح . ويترأوح قطر العصا من ١,٣ سم من أسفل إلى ١ سم من أعلى أما الطول الكلى فهو ٩٢ سم ومن الواضح أن العصا تم أقلمتها ثم إستعدالها أثناء عمليات التجفيف لتصبح بهذا الشكل شبه المستقيم ، وهى مختارة بعناية لتكون ذات سمك شبة متساوى .

ولصعوبة أخذ عينة بدون أن تسبب تلفا للعصا لم يكن من الممكن عمل قطاعات لخشبها لذا تم اخذ عينة غير مثلفة وتصويرها باستخدام الميكروسكوب الألكترونى الماسح وذلك لدراسة التركيب الداخلى للخشب (صور رقم ٥٠ ، ٥١ ، ٥٢ ، ٥٣) للتعرف على نوعيته . وقد اتضح من الدراسة المقارنة التى أجريت أن العصا عبارة عن فرع من شجرة الطرفاء *Tamarix nilatica* وهو خشب محلى تنمو شجرته فى مصر وكانت معروفة عند قدماء

المصريين إذ أنها كانت تقديس لليلة " اوزيريس " حيث كانت تظل قبره بأغصانها ، وبذا أصبحت رمزا للحياة المتجددة ^(١). وما زالت هذه الشجرة منتشرة في مصر بصورة طبيعية .

وقد رجح هذا التعريف احتمال أن العصا التي يقبض عليها "كاعبر" باليد اليسرى هي العصا الأصلية الخاصة بالتمثال خلافاً لما ذكر في العديد من المراجع ويرجع ذلك إلى الحقائق التالية :

* التمثال مصنوع من خشب "السرو" الذي كان يقديس في مصر القديمة للإله " اوزيريس" وحيث أنه خشب مستورد لذا كان من الصعب الحصول على أفرع منة بينما العصا عبارة عن فرع طبيعي من شجرة الطرفاء التي تتوفر بمصر وكانت معروفة عند قدماء المصريين حيث كانت ترمز للحياة المتجددة وتقديس للإله " اوزيريس " أيضا .

* ذكر "مارييت" في تسجيل الحفائر أن العصا الأصلية قد عثر عليها مثبتة في موضعها بالتمثال .

* الأثريين الذين ذكروا أن العصا الحالية حديثة أمثال "سميث" و"بورخارد" و"دروتون" لم يعطوا أي حيثيات لهذا الرأي أو سبب تغير العصا الأصلية.

* العصي التي عثر عليها مع التماثيل الخشبية عبارة عن أفرع شجرية تم أقلمتها لتأخذ الشكل الأسطواني ذو القمة السميكة وهو ما أتبع مع عصا "كاعبر" فيما عدا احتفاظها بالشكل الطبيعي وقد يرجع ذلك إلى تميز التمثال بالواقعية المفرطة وبالتالي استخدام عصا أقرب ما تكون إلى ما كان يستخدم في الواقع .

* تجويف مرور العصا بقبضة اليد اليسرى ذو شكل بيضاوي (٤,٢ × ٨,١ سم) وليس مستدير كما هو متبع في معظم التماثيل بما يشمل تمثال " الشاب " ، ويرجع ذلك إلى وجود بقايا الأفرع المؤقلمة بالعصا بصورة متقابلة مما يستحيل معه مرورها إلا في فراغ بيضاوي الشكل (سمك العصا عند البروز المتقابل ٣,٢ سم).

* الطرف السفلي للعصا مشكل على شكل نصف كروي كما هو متبع في معظم العصي لإمكان تثبيتها في تجويف دائري بالقاعدة وذلك بالرغم من أن القاعدة الحديثة لا يوجد بها أي مكان للتثبيت وبالتالي فمن المنطقي أن كانت العصا حديثة أن يترك طرفها مستقيماً ليسهل استقراره على سطح القاعدة المستوي.

* لوحظ وجود طبقة من شمع " برافين " تغطي سطح العصا ، ومن المعروف أن هذا الشمع كان يستخدم في الحفائر لحماية الآثار المكتشفة .

* من المنطقي في حالة تغير العصا لأي سبب كان أن يتم استبدالها بعصا تتماثل في الشكل مع العصي التي عثر عليها مع التماثيل المشابهة التي ترجع إلى نفس العصر خاصة وأن المرمم الذي قام بترميم التمثال بعد العثور عليه كان يمتاز بالبراعة والقدرة على التشكيل وهو ما يظهر واضحاً من الأجزاء التي استكملت بكل من القدمين وبالتالي فإن تشكيل العصا لم يكن ليمثل أي صعوبة لمرمم بهذه البراعة بل هي عملية أسهل من العثور على فرع طبيعي بهذا التميز مع علاجه ليصل للشكل المطلوب [صور رقم (٥٤-٥٥-٥٦)].

* تمثال الشاب (المسجل تحت رقم (٣٢) كتالوج) :

التمثال مشكل من خشب شديد الصلابة ، ثقيل الوزن ، مندمج الألياف ، ذو سطح جيد

(١) وليم نظير ، مرجع سابق - ص ١٧١-١٧٤ .

الصقل ، قائم اللون يميل للأسوداد إلا ان الأجزاء الداخلية أفتح فى اللون ، كما يوجد به أجزاء منتشرة ذات لون يميل للأحمرار . وبفحص الشرائح الميكروسكوبية للمقاطع الثلاثة لعينة من خشب التمثال ، ومقارنة الطرز التشريحي بالعينات المرجعية ، أتضح أن الخشب المستخدم فى صنع هذا التمثال لة الطراز التشريحي المميز لأنواع جنس السنط " Acacia sp. " الذى يعتبر من أكثر الأخشاب المحلية إستخداما فى مصر القديمة خاصة فى بدايات الدولة القديمة حيث لوحظ التالى :

القطاع العرضى TS : [صورة رقم (٥٧)]

تنتشر العديد من الأوعية الدائرية أو شبه الدائرية أما مفردة أو فى مجاميع زوجية ، يحيط بها عدد قليل من خلايا برانشيمية الخشب وجزء أكبر من ألياف الخشب ، ويفصل بين الأوعية أشعة ضيقة من الخلايا البرانشيمية .

القطاع الطولى المماس LS : [صورة رقم (٥٨)]

تظهر فيه الأشعة النخاعية المغزلية الشكل ، متعددة الطبقات التى تختلف فى أطوالها وعدد طبقاتها .

القطاع القطرى RLS : [صورة رقم (٥٩)]

تظهر فيه برانشيمية الأشعة ذات صفائح تخترقها نقر بسيطة .

° تمثال السيدة التى يعتقد أنها " زوجة شيخ البلد " (مسجل تحت رقم (٣٣) كتالوج

التمثال مشكل فى كتلة من خشب خشن الألياف صلب ، ثقيل نسبيا ، ذو لون بنى فاتح مقارنة بالخشب المصنع منه تمثال " الشاب " . وبفحص الطرز التشريحي لعينات من خشب التمثال مع أجراء مقارنة بالطرز التشريحي للعينات المرجعية وجد أن الخشب المستخدم فى صنع هذا التمثال هو أحد أنواع خشب السنط . Acacia SP والذى يختلف فى صفاته التشريحية عن خشب تمثال " الشاب " . حيث لوحظ التالى :

القطاع العرضى TS : [صورة رقم (٦٠-٦١)]

ينتشر به العديد من الأوعية البيضية المتسعة التى توجد منفردة أو فى مجاميع يفصل بينها صفوف ضيقة من الأشعة المكونة من الخلايا البرانشيمية ، ويحيط بكل من هذه الأوعية عدد قليل من خلايا برانشيمية الخشب .

القطاع الطولى المماس LS : [صورة رقم (٦٢)]

تنتشر به الأشعة الطولية مغزلية الشكل ، متعددة الطبقات التى تتراوح أطوالها من المتوسط إلى الطويل .

القطاع الطولى القطرى RLS : [صورة رقم (٦٣)]

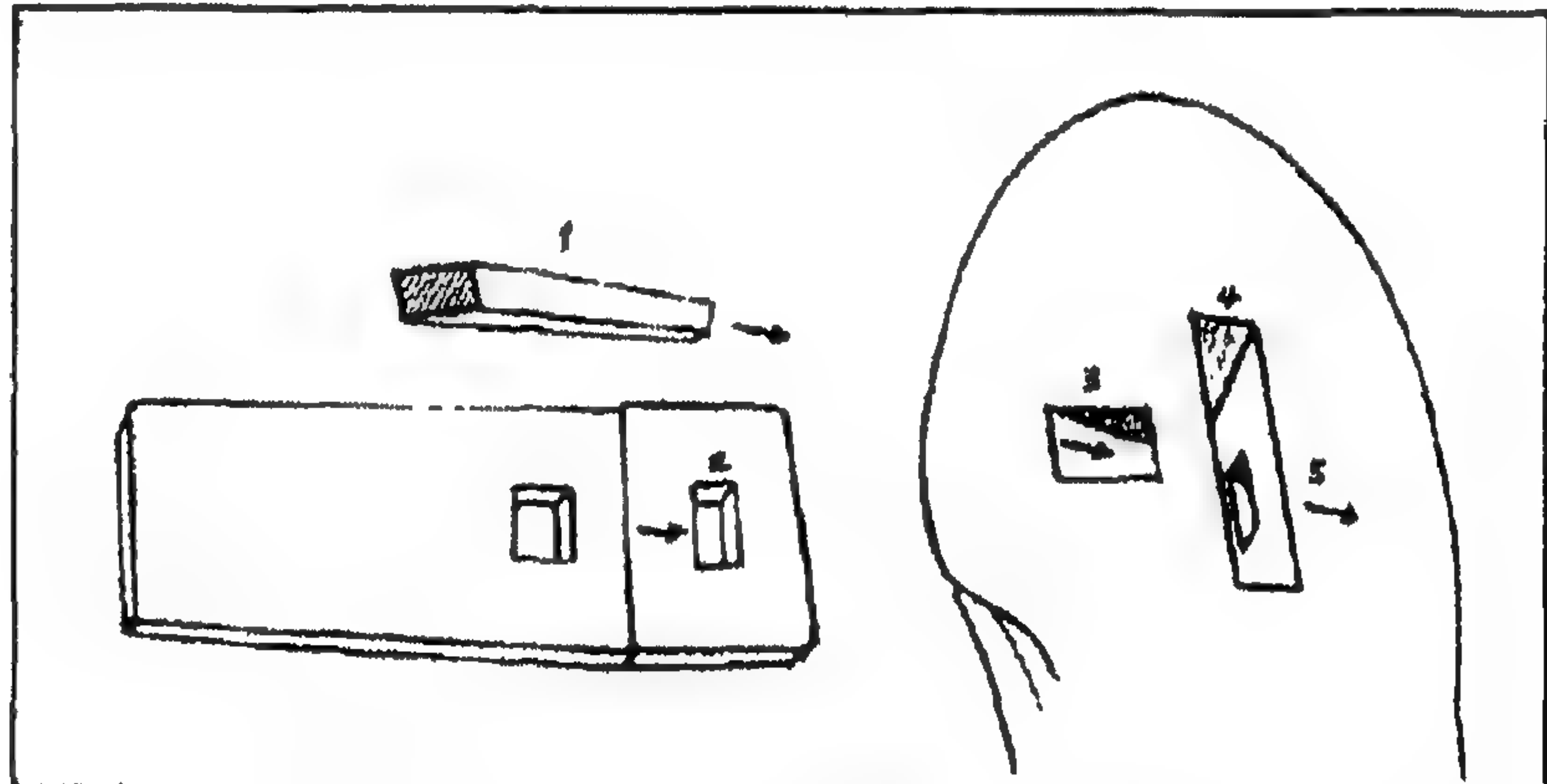
يوجد به عدد من القصيبات ذات التغلظ النقرى ، و صفوف متعامدة من خلايا الأشعة النخاعية بالإضافة إلى صفوف متوازية من خلايا برانشيمية الخشب أو ألياف الخشب

(ب) دراسة الأسلوب المستخدم في صناعة التماثيل المختارة :-

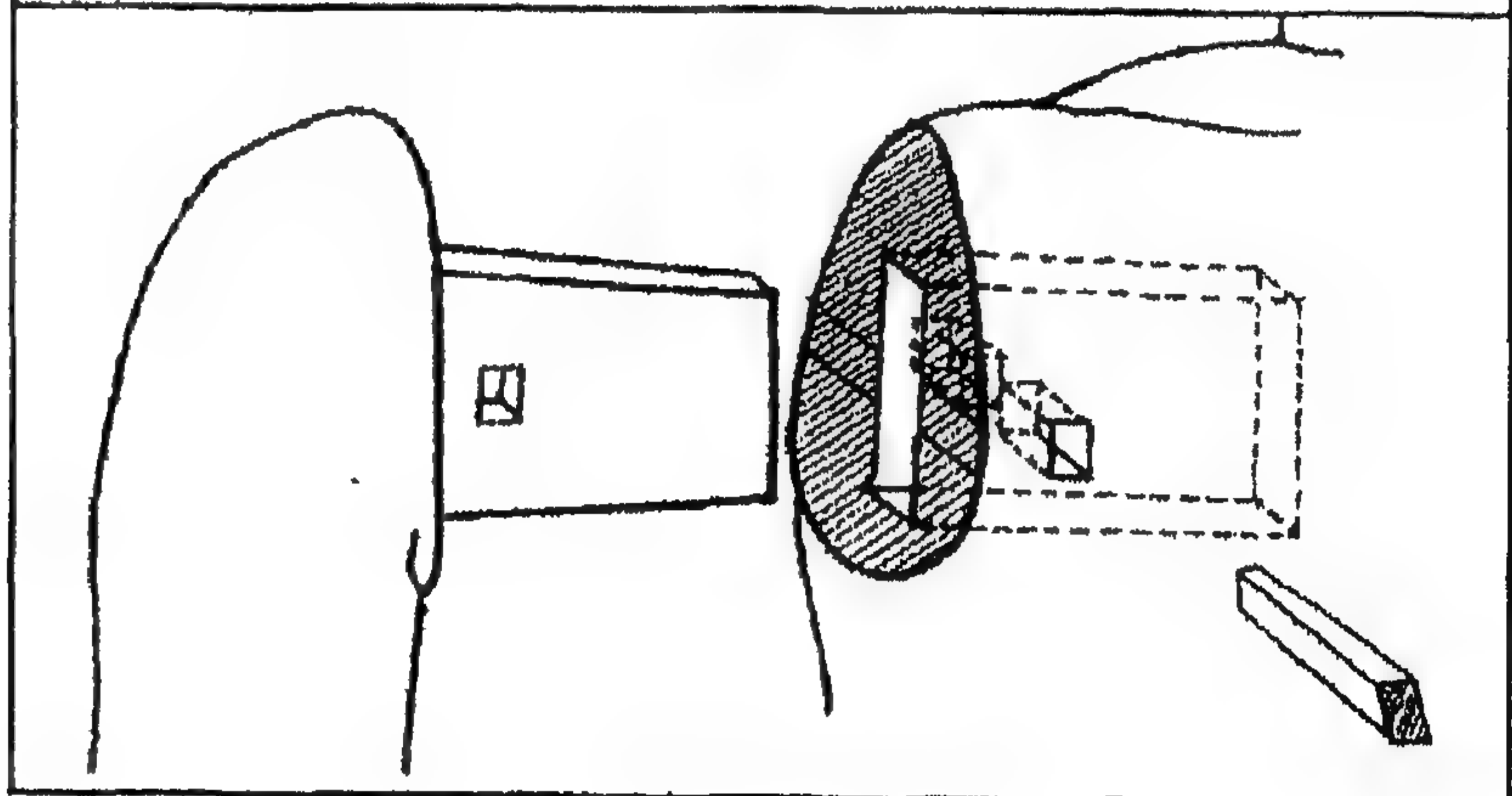
أعتمد أسلوب الصناعة الذى إستخدمه المصرى القديم فى صناعة التماثيل الخشبية موضوع البحث على حجم وطبيعة الكتلة الخشبية المتوفرة لدية والتي تعامل معها مستخدما مهارة الحرفية والتشكيلية للتغلب على نقط ومواضع القصور بها ، وذلك للوصول إلى الشكل المطلوب بما توفر لدية من خامه ، وهو ما كان متبعاً بصورة عامة فى صناعة وتشكيل التماثيل الخشبية فى مصر القديمة .

ففى تمثال " كاعبر " أستخدم الصانع كتلة خشبية كاملة القطر لتشكيل الجسم المتضخم الذى يميل للإستدارة . ولتوفير كمية الخشب المستخدم مع التغلب على الحجم المحدود لكتلة الخشب المتوفرة ، بجانب إعطاء التمثال الأحساس بالحركة المطلوبه ، قام بتشكيل الأذرع بصورة منفصلة ثم تثبيتهم بالجسم وذلك بإستخدام أسلوب التعشيق بالنقر واللسان العيره [طول ١٢ سم ، عرض ٤-٤,٥ سم ، سمك ١,١ سم] الذى ثبتت إحدى نهايتيه داخل نقر مستطيل بالأذراع [٥,٥ × ١,٣ × ٣,٤ سم العمق] مع تأمين التثبيت بإستخدام خابور خشبى مستطيل القطاع يمر بثقب (١,٩ × ١,٤ سم) عند حوالى منتصف النقر فى إتجاه مائل ليخترق اللسان ويثبتته فى الذراع [شكل رقم (٣٨) ، صورة رقم (٦٤)] . أما الطرف الآخر للسان وهو الطرف الطويل [طول ٩ سم] فمثبت داخل نقر مناسب بالكثف [٥,٥ × ١,٦ × ١٠ سم عمق] مع زيادة التثبيت بإستخدام خابور مستطيل القطاع [متوسط الطول ١٢,٥ سم] يمر بثقب بالجسم من الأمام فاللسان ليظهر من الاتجاه المقابل بالظهر، وقد تعمد الصانع لزيادة فاعلية هذا الخابور فى التثبيت تشكيلة بشكل مسلوب فى اتجاه الظهر. ولتحديد الثقوب الخاصة بهذا الخابور بالجسم من الأمام والظهر فى نفس الاتجاه وعلى نفس البعد حتى يمكن مرور الخابور

شكل (٣٨)



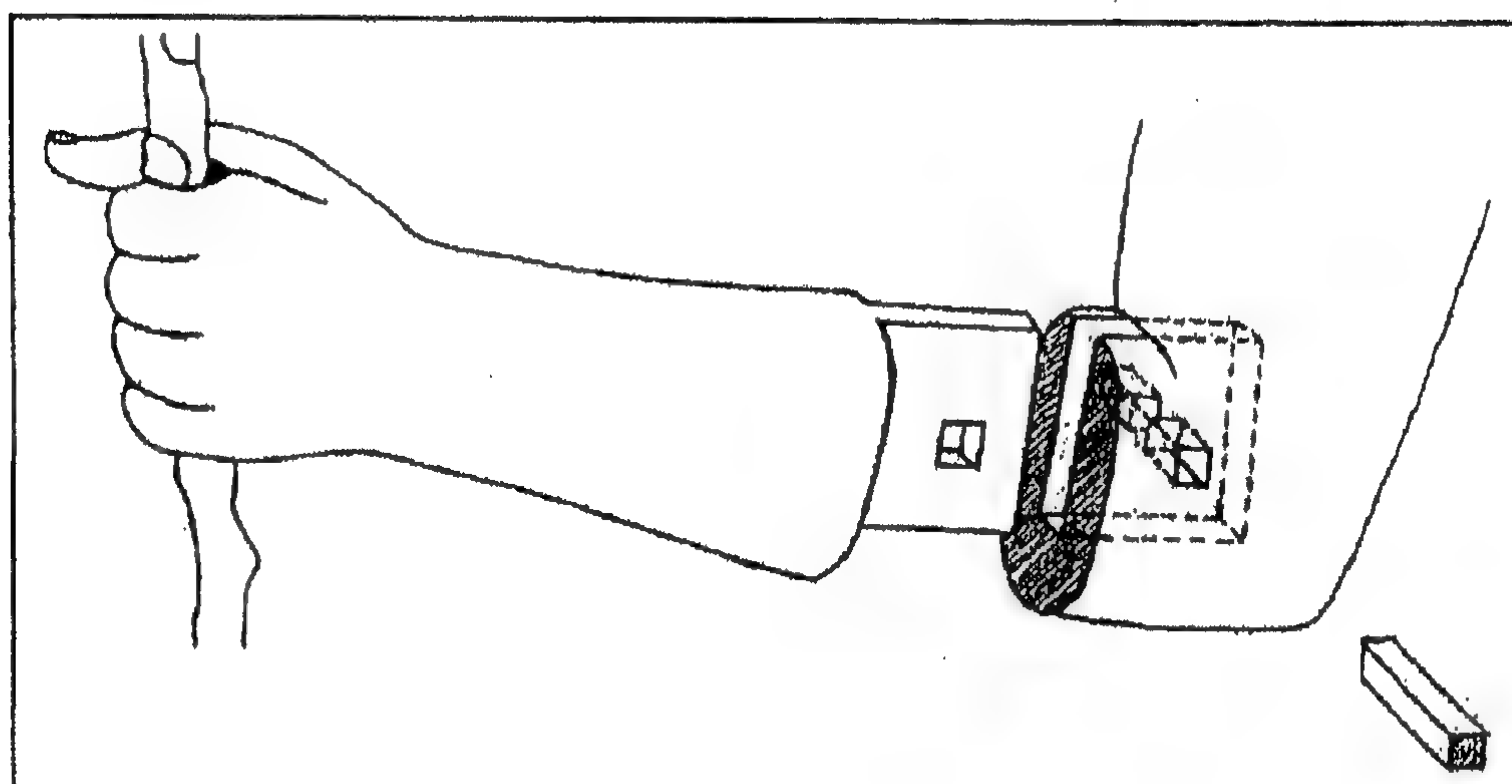
شكل (٣٩)



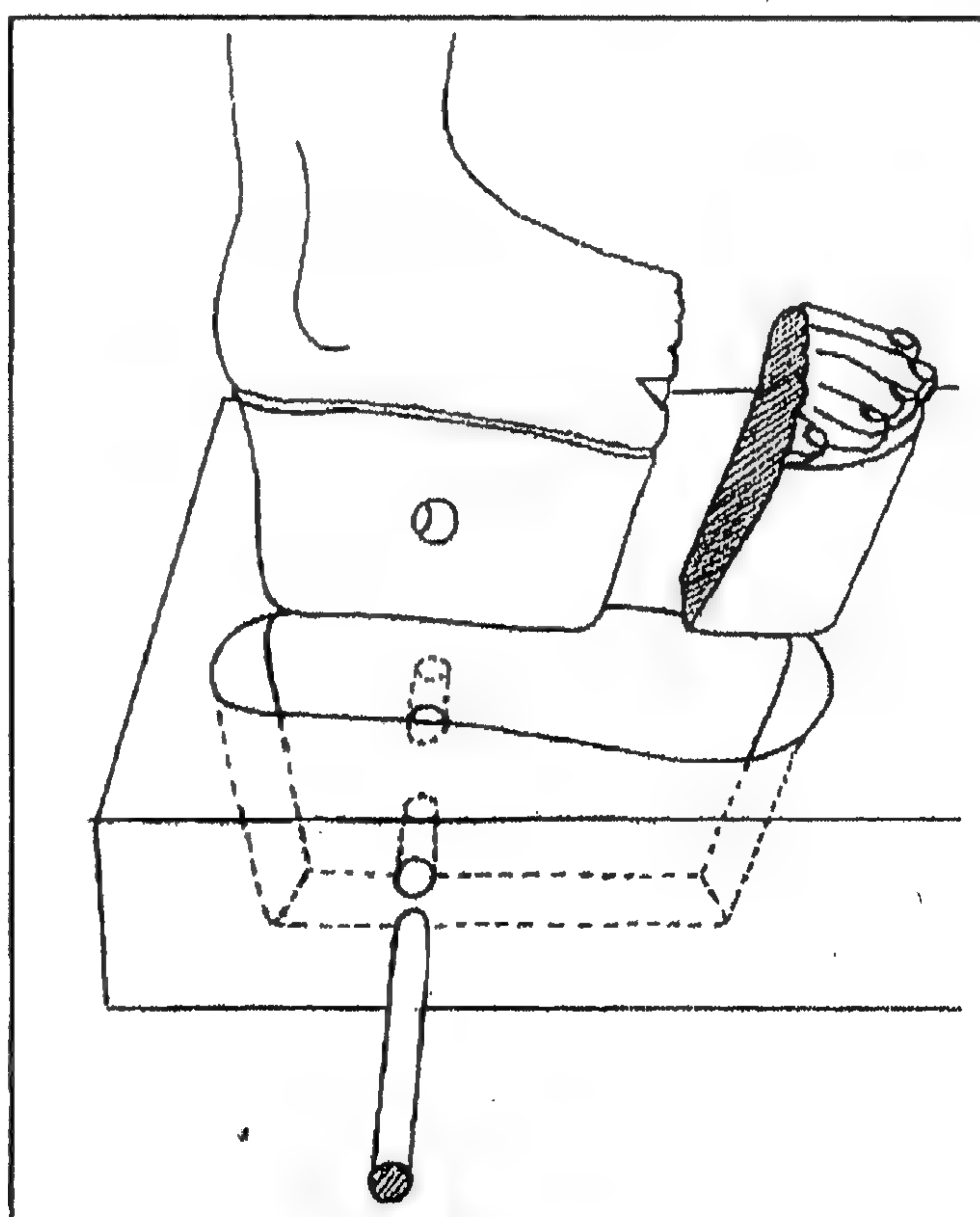
خلالهم بسهولة لجأ الصانع إلى رسم خطين مستقيمين متوازيين باللون الأسود على سطح اتصال الذراع بالجسم يمران بحوالى منتصف نقر تثبيت اللسان، ويحصران بينهما مسافة مساوية لطول الثقب [صورة رقم (٦٥)] [شكل رقم (٣٩)].

كما تعتمد الصانع تشكيل الذراع الأيسر المنثنى من جزئين متصلين معا عند الكوع ، بواسطة لسان ممتد من ساعد الذراع ليستقر داخل نقر مناسب بالعضد ، ولزيادة التثبيت إستخدم خابور مربع القطاع يمر بثقب بالعضد فاللسان ويستمر حتى يظهر من الإتجاه المقابل بالعضد [شكل رقم (٤٠)] . أما القدمان [مستكملين بترميم حديث حالياً] فمن المؤكد أن الجزء الأمامى منهما كان مشكلاً من قطع كانت مثبتة فى موضعها بإحدى التراكيب التى إستخدمت فى مصر القديمة لهذا الغرض [شكل رقم (٤١)].

شكل (٤٠)



شكل (٤١)



وللتغلب على العيوب الطبيعية لكثلة الخشب المستخدمة قام الصانع بإحلال الأجزاء المصابة أو الناقصة في التكوين الطبيعي للخشب بعد تشكيل موضعها بشكل منتظم [مثلث - بيضاوى] بأجزاء خشبية من نوع يتميز بالصلابة ومثانة الألياف ، بعد إعطائها الشكل المطلوب ، وذلك في الخد الأيمن وفوق العين اليسرى . كما قام بتشكيل حلمة الصدر البارزة بأحدى نهايتي جزء أسطوانى من الخشب ثبت داخل ثقب مناسب بالصدر [صورة (٦٦)].

وقد لجأ الصانع لزيادة حيوية التمثال إلى تطعيم العينين ، ويذكر "لوكاس"^(١) أن الجفون صنعت من النحاس والبياض من الكوارتز الأبيض غير الشفاف أما القرنية فبللور صخرى سطحه الأمامى مصقول ذو إستدارة بينما الظهر والحواف غير مصقولة ، والقزحية وهى الستارة الخلفية الملونة التى تقع خلف القرنية ، فعبارة عن قرص من الراتنج موضوع وراء القرنية وهى حاليا ذات لون يتراوح بين الرمادى والعسلى، ويرى "لوكاس"^(٢) أن اللون الأصلي للقزحية هو اللون العسلى وأن اللون الرمادى الحالى يرجع الى عدم التصاق القرنية تماما بالراتنج بسبب وجود طبقة رقيقة من الهواء مما ينتج عنه ظهور القزحية من الأمام كأنها رمادية اللون وذلك بسبب التأثير الضوئى لسطح القرنية غير المصقول من الخلف . أما الحدقة (إنسان العين) فقد ذكر "لوكاس"^(٣) أنها عبارة عن تجويف فى وجه القرنية الخلفى مملؤ بمادة قاتمة جداً ، إلا أن "بورخارد" ذكر أن الحدقة تتكون من مسمار من الخشب ، بينما يعتقد "ماسبيرو" أنها عبارة عن قطعة صغيرة من الأبنوس . وبفحص الحدقة عن قرب وجد أنها عبارة عن ثقب غير نافذ فى السطح الخلفى للقرنية مملؤ بمادة توجد بقاياها بالعين اليسرى ومفقودة بالعين اليمنى . أما اللحمية فهى غير ممثلة .

وتطعيم العينين مثبت داخل تجويف مناسب بالوجه ، حيث يوجد بالقرب من الجانب الخارجى لهذا التجويف ثقب مستدير بداخلة كويلة من الخشب يعتقد أنها تستخدم لزيادة تثبيت تطعيم العينين بالوجه^(٤) وقد ذكر "Fischer"^(٥) أن تطعيم العينين فى بعض الحالات كان يتم تثبيتاً عن طريق ساق طويلة تمر بثقب نافذ بالرأس تظهر فتحتها على جانبى التطعيم من الخارج، وأن هذه الساق كانت تمر خلال ثقب بجزء ممتد من خلف الإطار المعدنى المحيط بالعين . وبفحص تطعيم العين ودراسة أسلوب تثبيتاً مع تصويرية باستخدام جهاز التصوير بالأشعة السينية ، أتضح أنه مثبت داخل تجويف مناسب بالرأس حيث تمتد ساق ذات سمك معتدل من وسط الحافة العليا للإطار المعدنى المفرغ من الخلف فى اتجاه مائل لتأخذ شكلاً منحنياً عند منتصفها تقريباً ، بحيث يثبت طرفها الآخر فى وسط الحافة السفلى للإطار المعدنى من الخلف ، ويؤمن تثبيت التطعيم عن طريق كويلة خشبية مستديرة القطاع تلج من ثقب شبه مستدير بجانب الرأس بالقرب من الحافة الخارجية للعين ، لتمر بالرأس ثم بالفراغ شبه المستدير الموجود فى نهاية الساق المنحنية الممتدة من وسط نهايتي الإطار المعدنى المفرغ من الخلف ، والذي يشكل بحيث يتناسب مع شكل واتجاه الكويلة ، التى تنتهى داخل الخشب فى الاتجاه المقابل . وقد لوحظ وجود بقايا معجون يحيط بهذه الساق وداخل فراغ تثبيت التطعيم

(١) ألفريد لوكاس . مرجع سابق - ص ١٧٣-١٧٤ .

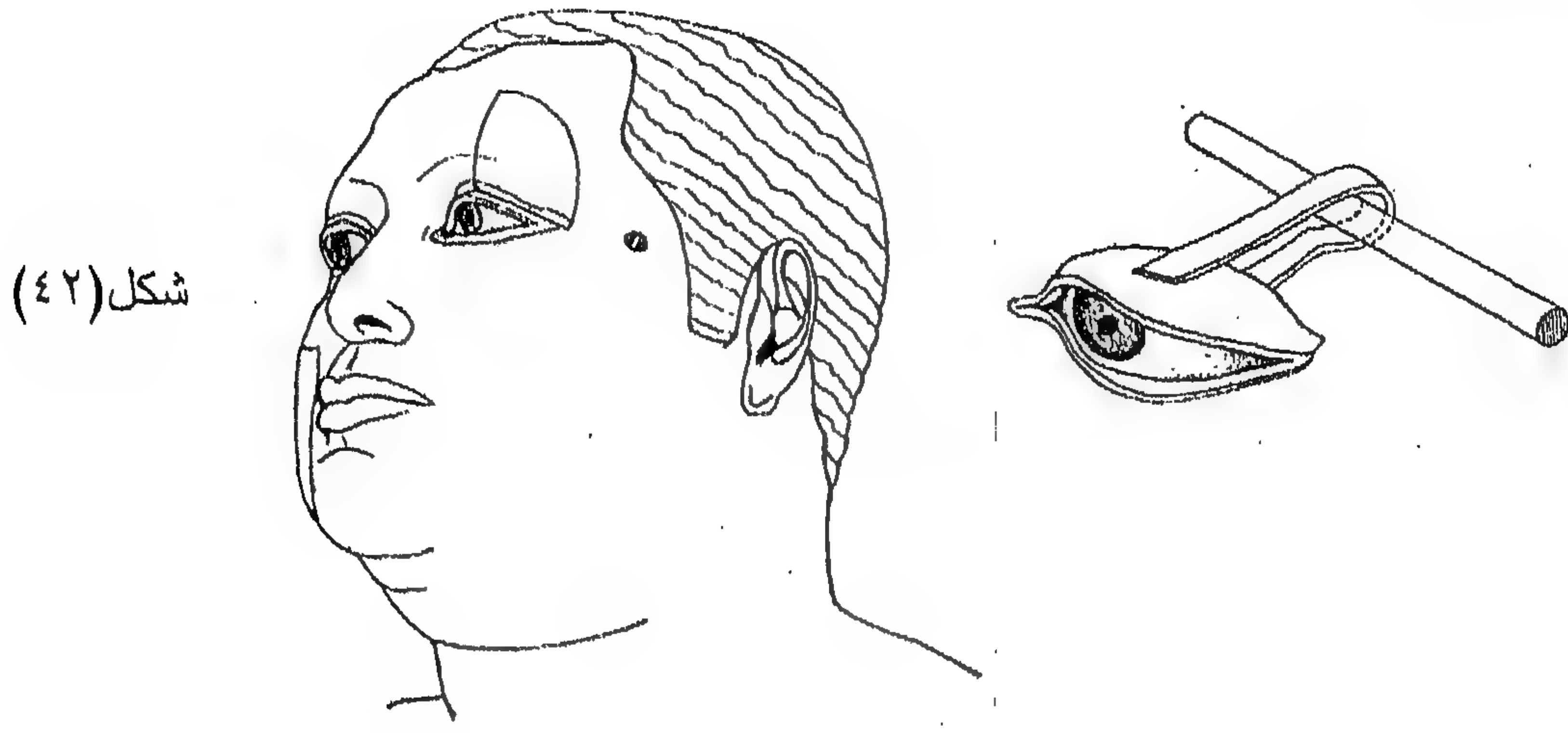
(٢) نفس المرجع السابق ص ١٧٠-١٧١ .

(٣) نفس المرجع السابق - ص ١٧٣-١٧٤ .

(٤) Phillip, J. ; "The Composite Sculpture of Akhetaten", From Amarna Letters, KMT Communication, San Francisco, U.S.A, 1994, p. 60.

(٥) Fischer, G. ; "Brief Communication, An Old Kingdom Expedient for Anchoring Inlaid Eyes", the Journal of Egyptian Archaeology, Vol. 75, the Egypt Exploration Society, London, 1989, pp. 213-214 .

مما يؤكد استخدام المعجون لزيادة تثبيت التطعيم ومنعة من الحركة داخل التجويف الخاص به [صورة رقم (٦٧) ، شكل رقم (٤٢)] .



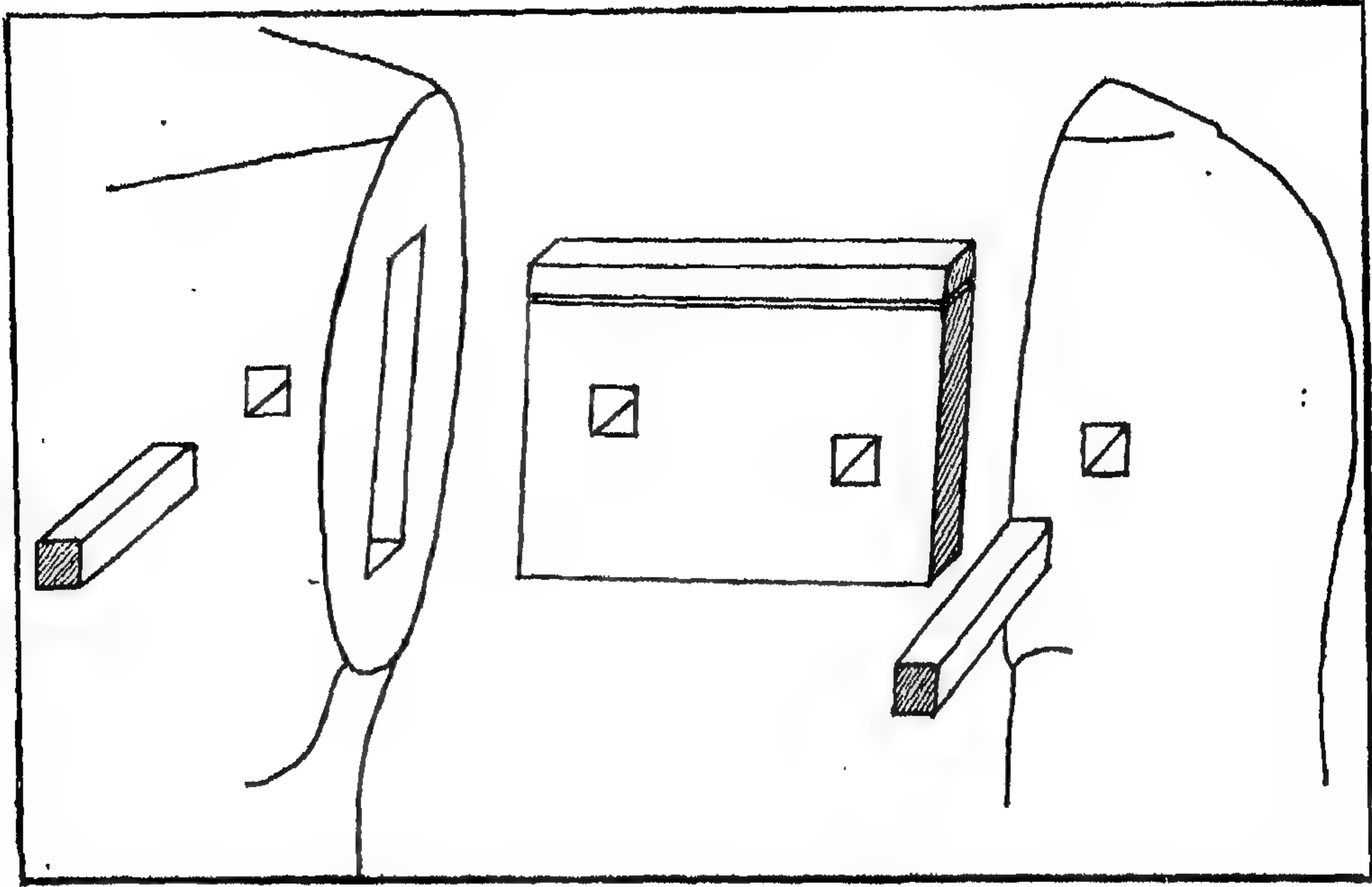
وقد كان التمثال مغطى بطبقة رقيقة من معجون يتكون أساساً من كربونات الكالسيوم والغراء ، استخدم لإخفاء عيوب الخشب مع إعطاء سطح مستو مناسب للتلوين عليه ، ولزيادة تماسك المعجون بـ سطح الخشب مع حماية من التعرض للتشقق والانفصال استخدم المصري القديم طبقة رقيقة من النسيج الكتاني الدقيق النسيج كأرضية مثبتة على سطح الخشب تم تطبيق المعجون عليها [صور رقم (٦٨) - (٦٩)] . والجسم كان ملونا باللون البني المائل للبرتقالي [صورة رقم (١٦)] والذي أظهرت الفحوص باستخدام حيود الأشعة السينية وتفلور الأشعة السينية احتمال تكونه من هيماتيت مع نسبة من كبريتيد الزرنيخ " $\text{Realgar As}_2\text{S}_2$ " الذي ثبت استخدامه للتلوين في الدولة الحديثة ^(١) إلا أنه لم يثبت استخدامه في العصور المبكرة ونظراً لصغر كمية العينة التي استخدمت مع استحالة الحصول على عينة أخرى بسبب فقد طبقة الألوان التي لم يتبقى منها إلا جزئين صغيرين بالظهر يعتبر الدليل الوحيد على اللون المستخدم ، لذا لم يمكن إعادة التحليل للتأكد من هذه الاحتمالية وترك لحين توفر وسيلة للتعرف على الألوان بدون أخذ أى عينات حتى لا يقضى على أى من الأدلة الأثرية بالتمثال.

أما تمثال الشاب المسجل تحت رقم "٣٢" كتالوج فهو يتشابه مع تمثال "كاعبر" في بعض الأساليب المستخدمة في الصناعة إلا أنه يختلف في البعض الآخر، فالجسم النحيف مشكل في كتلة خشبية غير كاملة القطر، والأذرع مشكلة بصورة منفصلة بنفس الأسلوب المتبع بتمثال "كاعبر" إلا أن الصانع في هذه الحالة استخدم خابورين مربعين لتأمين لسان التثبيت بكل من الجسم والذراع، حيث الخابور الخاص بالذراع نافذاً أما الخاص بالجسم فيظهر من الأمام فقط [شكل رقم (٤٣)] ، ولزيادة تثبيت اللسان داخل النقر الخاص به استخدم معجون ذو لون بني محمر لملء الفراغات بينهم، كما استخدم نفس المعجون لملء الفراغات بين خط إتصال الذراع بالجسم. أما الذراع الأيسر المنثني فقد قام الصانع بتشكيله من قطعة واحدة من الخشب وهي حالة نادرة في التماثيل الخشبية كبيرة الحجم ، إذ أنه يشكل في معظم الحالات من جزئين يتم تجميعها معاً كما في تمثال "كاعبر" .

^(١)Green, L.

; Op. Cit. , pp. 88-89.

شكل (٤٣)



كما قام الصانع بالتغلب على العيوب الطبيعية في الخشب بإتباع نفس الأسلوب المستخدم بتمثال "كاعبر" حيث قام بإحلال الأجزاء المصابة أو الناقصة بأجزاء خشبية مضافة تأخذ الشكل المطلوب ، ويظهر ذلك واضحاً في الأجزاء المستكملة بالجانب الأيسر من الشعر المستعار والوجنة وكذلك عند خط اتصال الذراع الأيسر بالجسم من الأمام . وقد تم تثبيت هذه الأجزاء باستخدام مادة لاصقة بتحليلها باستخدام جهاز التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء وجد أنها من الغراء ، كذلك تم تشكيل وتثبيت حلقة الصدر البارزة بنفس الأسلوب الذي أتبع بتمثال "كاعبر" [صورة رقم (٧٠)] .

ويتميز هذا التمثال بدقة وجمال تطعيم العينين الذي يتشابه إلى حد ما مع تطعيم العينين بتمثال "كاعبر" . وقد ذكر " لوكاس" ^(١) أن الجفون من النحاس والبياض من حجر جيرى متبلور والقرنية من البلور الصخرى أما القزحية فذات لون رمادى . إلا أنه ذكر أن الحدقة والحمية غير ممثلين، غير أنه بفحص العين عن قرب باستخدام الأستريوميكروسكوب وجد أن الحدقة ممثلة على شكل دائرة قائمة اللون في وسط القزحية [صورة رقم (٧١)] . والتطعيم مثبت داخل التجويف الخاص به بمعجون بنى محمر ولا يوجد أى دليل على استخدام الكوايل الخشبية المستخدمة في تمثال "كاعبر" . وقد استخدم الصانع المعجون البنى المحمر أيضاً لإخفاء العيوب بالتمثال وكأرضية للألوان خاصة في الشعر الملون باللون الأسود [صورة رقم (٣١)] وقد أثبتت التحاليل أن هذا المعجون مكون بصورة رئيسية من الكالسييت مع نسب قليلة من الكوارتز والهيمايتيت. أما الصدرية التي تحيط بالعنق والمقسمة الى خمسة صفوف ، فقد إتضح بتحليل عينة منها أنها كانت ملونة بأكثر من لون ، حيث تم التعرف على اللون الأسود المكون من الكربون، والأزرق المكون من سليكات الكالسيوم والنحاس Cuprorivaite (الأزرق المصرى) وسليكات الكالسيوم التى توجد عادة بنسب متفاوتة مع الأزرق المصرى ويرجع وجودها كما ذكر " El-Goresy " ^(٣) إلى زيادة نسبة الحجر الجيرى المستخدم فى

(١) الفريد لوكاس ، مرجع سابق - ص ١٧٤ .

(٢) El Goresy and Other ; Op. Cit. , p. 4.

التصنيع. أما اللون القاتم الذى تحولت له هذه الطبقة فيمكن أرجاعه إلى ما ذكرته "Green" ^(١) من أن الأزرق المصرى يمكن أن يتحول بالزمن إلى لون قاتم . وقد أكدت هذه النتيجة استخدام اللون الأزرق المخضر فى الصدرية مع التحديد باللون الأسود واحتمال استخدام لون بنى محمر حيث توصل إلى بقايا منة بالفحص باستخدام الأستريوميكروسكوب ، إلا أنه لم يتمكن من التوصل إلى باقى الألوان المستخدمة بالصدرية نظراً لطمس معالمها والحالة الضعيفة لما تبقى منها مع صعوبة أخذ عينات متعددة دون الأضرار بالأثر .

وفى حالة تمثال "زوجة شيخ البلد" فإن أسلوب الصناعة المستخدم يجمع بين أساليب الصناعة التى استخدمت فى التمثالين السابقين إذ أنه مشكل فى كتلة من الخشب غير كاملة القطر ، فيما عدا النصف الأيمن من الرأس ، إذ أتضح بدراسة الشرخ الموجود به ، والذى يبدأ من منتصف الجبهة ماراً بالنصف الأيمن للوجه ثم الذقن فالرقبة حيث يستمر حتى أعلى الرقبة من الخلف فالشعر المستعار (عمق ٦سم) حتى يصل إلى منتصف قمة الرأس (عمق ٨,٥سم) ويمتد ليتصل ببداية محيطها بالجانب الأيمن للرأس تماماً ، أنه شرخ نافذ متصل يمثل خط الاتصال بين الجزء الأيمن للرأس وباقى التمثال [صور رقم (٣٠-٣١)] وبفحص الأجزاء الداخلية لهذا الشرخ من الأمام والخلف وجدت بقايا طبقة سوداء ذات لمعة ملتصقة بسطحية ، وبتحليل عينة من هذه المادة باستخدام جهاز التحليل الطيفى للأشعة تحت الحمراء وجد أنها من الغراء ، مما أكد أن الرأس مكونة من جزئين مجتمعين معاً باستخدام الغراء كمادة لاصقة . وتؤكد هذه النتيجة استخدام الغراء بصورة قاطعة فى تجميع الأجزاء المضافة بالتماثيل الخشبية فى نهاية الأسرة الرابعة وبداية الأسرة الخامسة بما يتعارض مع رأى "لوكاس" الذى استبعد استخدام الغراء فى وقت مبكر كمادة لاصقة للأخشاب . وإن كان من المؤكد أن الغراء لم يستخدم فى تجميع التراكيب الصناعية خاصة المستخدمة لتثبيت الأذرع بالجسم حيث اعتمد الصانع فى تثبيتها على الخوابير الخشبية المختلفة الأشكال مع زيادة التماسك باستخدام المعجون .

أما الجزء الناقص بالجانب الأيمن للبطن فقد قام الصانع باستكمالته بعد تشكيل سطح الخشب بالشكل المطلوب، باستخدام جزء شبة مثلث ذو سطح داخلى مختلف المستويات يتطابق مع المستويات بسطح التمثال . وقد تم تثبيته فى موضعة باستخدام الألسن العيرة [صورة (٧٢)] . بينما قام فى حالة الصدر بتشكيل حلمة الصدر اليسرى فى خشب التمثال أما اليمنى فتم تشكيلها فى قطعة إسطوانية منفصلة تثبت داخل ثقب مناسب بالصدر كما فى حالة التمثالين السابقين إلا أن ثقب التثبيت فى هذا التمثال أكبر فى القطر وربما يرجع ذلك إلى اختلاف طبيعة الرجل عن المرأة [صورة رقم (٧٣)] . والذراعان فى هذا التمثال (مفقودان حالياً) شكلاً بصورة منفصلة ثم تثبتا فى موضعهما بالجسم باستخدام تشبيقة النقر واللسان كما فى حالة التمثالين السابقين ، إلا أنه لا يوجد أى دليل على استخدام الخوابير المربعة القطاع لتأمين تثبيت الألسن بالجسم ، ويلاحظ أن نقر تثبيت لسان الذراع الأيسر بالجسم مائل بالمقارنة بنقر تثبيت الذراع الأيمن مما يرجح احتمال أن الذراع الأيسر كان ممتداً للأمام [صور رقم (٧٤ أ-ب)] . ويختلف هذا التمثال عن التمثالين السابقين بأن الصانع قام بتشكيل العينين فى الخشب ، إلا أنه إهتم بإبرازهم وتحديداهم بخطوط غائرة أضافت عليها عمقاً ووضوحاً . كما لجأ إلى صقل سطح الخشب فى الأجزاء التى تمثل قلادة الصدر وشريط العنق بدرجة عالية للحصول على

(١) Green , L. ; Op. Cit. , p. 87.

سطح أملس متجانس متميز عن باقى سطح الخشب بالتمثال . ثم قام بإستكمال استخدام معجون ذو لون بنى محمر مع تحديد المساحات بخطوط سوداء [صورة رقم (٧٥)].

ويلاحظ في هذا التمثال أن الصانع استخدم معجون بنى محمر لإخفاء عيوب الخشب والحصول على سطح أملس ناعم كما في حالة تمثال الشاب ويعتبر ذلك منطقيا في تمثال الشاب نظرا لأن جسم الرجل كان يلون في مصر القديمة باللون البنى المحمر إلا أن جسم المرأة كان يلون عادة باللون الأصفر^(١) فيما عدا بعض الحالات القليلة التي كان يلون فيها بالبنى المحمر. هذا بجانب وجود جزء صغير من طبقة معجون بنى محمر ملتصقة بسطح الخشب بالجزء الداخلي أسفل الجانب الأيسر للوجه وهى ملونة بلون قائم [صورة رقم (٧٦)]، مما يرجح احتمال أن التمثال كان ملونا باللون البنى القائم . أو أن جسم التمثال لم يكن ملونا وأن استخدام المعجون البنى كان لإخفاء العيوب بلون مقارب للون الطبيعى للخشب . وقد أثبتت التحاليل أن هذا المعجون مكون بصورة رئيسية من كوارتز ، وجوئيت مع نسب قليلة من كالسيت وهيماتيت وكربون وجبس . ومن المعروف أن الجوئيت أو المغرة الصفراء استخدمت في مصر القديمة للتلوين باللون الأصفر أو للحصول على اللون الأحمر (الهيماتيت) عن طريق الحرق^(٢) . ومن هنا يمكن إرجاع تواجد كلا من الجوئيت والهيماتيت فى هذه العينة إلى احتمالين الأول استخدامهم بصورة مقصودة للحصول على اللون الأحمر وبالتالي يكون هو اللون الأصلي لجسم التمثال كما أتبع فى نماذج قليلة من تماثيل السيدات . والثانى استخدام الجوئيت للحصول على اللون الأصفر الذى تحول جزء منة للون الأحمر (الهيماتيت) نتيجة تعرض المقبرة للحريق وهو ما كان شائع الحدوث فى مقابر سقارة فى الدولة القديمة . وقد ذكر "لوكاس"^(٣) أنه قد سجل فى مصر عدد من الحالات التى تغير فيها لون المغرة الصفراء فى تصاوير المقابر إلى الأحمر بتأثير الحرارة الناتجة عن إشعال نار فى المقبرة وربما يعلل ذلك تواجد الكربون فى العينة . وبالتالي يكون لون جسم التمثال هو الأصفر .

أما بالنسبة لأسلوب الصناعة المتبع فى صناعة الأقدام ، فلم يمكن التعرف عليه بسبب فقدان الأقدام فى التماثيل الثلاثة ، إلا أن الاحتمال الأكبر أنها صنعت بصورة منفصلة ثم ثبتت فى موضعها بنفس الأسلوب المتبع فى صناعة التماثيل الخشبية فى مصر القديمة حيث يشكل الجزء الأمامى منهما بصورة منفصلة من قطعه خشبية تثبت أما بالساقين أو بالقاعدة أو بالأتنين معا باستخدام الألسن أو الكوايل الخشبية ، و تثبت القدمين عادة بالقاعدة عن طريق جزء ممتد منهما يستقر داخل فراغ مناسب فى الشكل والحجم بسطح القاعدة مع تأمين التثبيت باستخدام كوايل أو خوابير خشبية مستديرة أو مربعة القطاع تلج من ثقب بجانب القاعدة لتمر بثقب آخر بالجزء الممتد من القدمين وتستمر حتى تستقر فى الجانب المقابل من القاعدة وذلك لزيادة تثبيت التمثال بالقاعدة [شكل ٤١].

(1) Hayes, W.C. ; "The Scepter of Egypt", Part I, Harper and Brothers in Co-operation With the Metropolitan Museum of Art, New York, 1953, p. 107.

(2) Forbes, R. J. ; Op. Cit., p. 238.

(3) الفريد لوкас . مرجع سابق - ص ٥٦٦ .

(ح) : دراسة مظاهر وعوامل التلف بالتماثيل

ذكر كلا من " Nilsson " و " Daniel " ^(١) أن العديد من الباحثين مثل " Sandermann " ، " Dietrichs " ، " Punshin " يعتقدوا أن الخشب القديم الجاف يعثر عليه بصورة عامة في حالة جيدة . إلا أن " Chowdhury " الذي قام بدراسة وتحليل أربعة عينات من خشب قديم وجد أن التحليل الكيميائي لعينة تعرضت لظروف الجو لحوالي ٢٢٠٠ عام قد أظهر تخفيض في السليولوز ومحتوى البنتوزان ، وأن الدراسة باستخدام الميكروسكوب الضوئي أوضحت أن الاختلاف الأساس بين الخشب القديم والحديث هو ظهور صدوع وإنشقاق حلزوني في جدران الخلايا للخشب القديم. هذا بجانب وجود فرق يوضع في الاعتبار في الانكسار المزدوج حيث يكون أقل في الخشب القديم مما يعنى فقدان في تبلور السليولوز .

أما " Dodd " ^(٢) فقد ذكر أن الأخشاب المعرضة للهواء الجوى تتدهور بصورة أبطأ من المدفونة بالتربة حيث يتوفر الماء والحرارة مما يؤدي الى تعرض محتوياتها الكيميائية للتحلل المائي ، كما أن التحليل الكيميائي للخشب المدفون قد أظهر إنخفاضاً في محتوى السليولوز بمرور الزمن حيث يفقد السليولوز غير المتبلور بسرعة أكثر من السليولوز المتبلور ، كما أن وجود اللجنين يؤخر عمليات تميؤ السليولوز مما يفسر ما يتم في المراحل المتقدمة لتدهور جدران الخلايا الثانوية حيث تفقد أولاً طبقة " S₂ " ثم " S₃ " يليها طبقة " S₁ " ويتبع هذا فقدان لجدران الخلايا زيادة تركيز اللجنين . وقد أظهر الفحص الميكروسكوبي لخشب حديث وآخر قديم أن الخشب القديم قد فقد تماماً طبقات الجدار الثانوية S₂ ، S₃ كما أن فحص هذا الخشب باستخدام الأشعة السينية أظهر فقدان كلي تدريجي للمواد المتبلورة .

وبالرغم من ذلك فقد ذكر " Dodd " أن عمليات التميؤ هذه تترك تركيب متماسك للخشب إلا أنه عادة يكون ذا نسيج طري ، ويرجع ذلك الى وجود الصفيحة الوسطى المتداخلة والتي هي أكثر الاجزاء مقاومة في الجدران مما يحافظ على إتصال الخلايا ببعضها بالرغم من تآكل الجدران الثانوية وذلك في شكل إسفنجي . وفي حالة تعرض هذه الخلايا للإنهيار فإن الجدران المتجاورة المتصلة يمكن أن تتبلر معا ويصبح من الصعب فصلها .

وقد ذكر " Nilsson " ^(٣) أن " Borgin " قد أجرى دراسات دقيقة للتركيب الداخلي الدقيق لثلاثة عينات من خشب جاف ترجع إلى أكثر من ٤٠٠٠ عام حصل عليهم من الأهرامات بمصر ، حيث أكد أنه لم يلاحظ أي تواجد للكائنات الحية الدقيقة في أي من العينات وأن الفحص الظاهري لم يظهر أي فرق بين الخشب الحديث والقديم فيما عدا تغير بسيط في اللون . إلا أن فحص التركيب الداخلي الدقيق لهذه العينات أظهر العديد من مظاهر التلف . حيث في عينة خشب " العرعر " أظهر الفحص الميكروسكوبي انفصال في الطبقات الداخلية في جدران الخشب " S₂ " عن الطبقات الخارجية وجدران الخلايا الأولية " S₁ - P " كما

⁽¹⁾ Nilsson, T. and Daniel, G.; " Structure and the Aging Process of Dry Archaeological Wood", Archaeological Wood , Advances in Chemistry , Serice 225, the American Chemical Society, Washington, 1990, pp. 67-86.

⁽²⁾ Dodd, R. ; "Degradation of Wood; Journal of Wood Conservation , Vol. 1, No. 1, the Conservation Technology Group, U.S.A, 1985, pp. 71-77.

⁽³⁾ Nilsson, T. and Daniel, G.; Op. Cit. , p. 69.

أن الألياف الدقيقة في " S1 " منفصلة و متموجة . وقد أثبتت الدراسات حدوث إنهيار في منطقة الصفيحة الوسطى هذا بجانب وجود كمية كبيرة من محتوى الفينولك في الخلايا البرانشيمية .

أما عينة خشب " الصنوبر " التي تظهر متماسكة فقد أظهرت الدراسات التي أجريت باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح وجود انحناء في جدران الخلايا بجانب ضعف في الصفيحة الوسطى . بينما في عينة خشب " السنط " أظهرت دراسات الميكروسكوب الإلكتروني النافذ حدوث انفصالات وصدوع في طبقة " S2 " والصفيحة الوسطى وكذا في جدران الألياف .

وقد أوضح " Borgin " أن التغير المرئي في الخشب القديم يكون عاماً صغيراً ، إلا أن عمليات التدهور التي تحدث للخشب الجاف أثناء التقادم تؤدي إلى أضعاف تركيبه الداخلي ويظهر هذا الضعف بوضوح أثناء عمليات إعداد الشرائح وذلك على شكل شروخ وفقدان في جدران الخلايا كنتيجة للقوى الناتجة أثناء هذه العمليات وهو ما لا يظهر أو يلاحظ في حالة الخشب الحديث . وقد أوجز بناء على الدراسات التي قام بها أهم مظاهر التدهور في الخشب القديم بتأثر الصفيحة الوسطى ونسيج جدران الخلايا بسبب التغيرات الكيميائية مثل الأكسدة والتميو وذلك بصورة أعلى من الألياف الدقيقة للسليولوز وبالتالي فإن تغيرات التركيب الداخلي الدقيق تحدث في المناطق الغنية بالهيمى سليولوز واللجنين والمحتويات البكتينية هذا بجانب تعرض محتوى اللجنين في عينات الخشب القديم للانخفاض بسبب عمليات الأكسدة .

وتعتبر التماثيل الخشبية المختارة للبحث مثال واضح لعمليات التدهور المختلفة التي يمكن أن يتعرض لها الخشب القديم الجاف خلال فترة تواجدة بالتربة . ويمكن إيجاز أهم مظاهر التلف بهذه التماثيل فيما يلي :-

- وجود العديد من الشروخ المختلفة في الطول والعمق والانتساع ، معظمها في الإتجاه الطولي لكتلة الخشب ، بعضها سطحي في الطبقة الخارجية والبعض عميق متغلغل مما أدى إلى إضعاف بنية التماثيل خاصة تمثال " كاعبر " .

- هشاشة وضعف سطح الخشب في بعض المواضع مصحوبا في بعض الأجزاء بتغير اللون الطبيعي للخشب للون القاتم مع ظهور بعض الشروخ الدقيقة وسهولة تحول السطح إلى مسحوق .

- فقدان أو انفصال بعض الوحدات المكملة بالتماثيل كما في حالة الجزء المكمل للبطن في تمثال السيدة ، مع تحرك بعض هذه الوحدات من موضعها مثل الجزء المستكمل بوجة " كاعبر " .

- وجود العديد من الثقوب والأنفاق داخل جسم التماثيل ويلاحظ أن بعض هذه الأنفاق ممثلة ببودرة الخشب والبعض الآخر بطبقات متماسكة من التربة هذا بجانب تآكل الخشب في العديد من المواضع بصورة متفاوتة وذلك بسبب التعرض للاصابات الحشرية كما يظهر واضحا في تمثال الشاب والسيدة .

- نشر النصف السفلي لتمثال السيدة والشاب وكذا اليد اليمنى للشاب هذا بجانب فقد القاعدة ومعظم سيقان " كاعبر " .

● فقد بعض العناصر الرئيسية فى التماثيل والتى صنعت قديما بصورة منفصلة مثل الأذرع فى تمثال السيدة .

● فقد معظم طبقات الألوان والأرضية الحاملة لها وهشاشة وضعف الأجزاء المتبقية منها .

● أجزاء صغيرة من الخشب مفقودة خاصة باليد والذراع الأيسر " لكاعبر " وعند خط النشر بجسم السيدة .

● التعرض للتغير فى الأبعاد الأصلية بسبب وجود بعض الشروخ المتسعة والتى سبب بعضها التغير فى شكل الخشب لتعرضها للالتفاف كما فى حالة تمثال الشاب

● تحول بعض الأجزاء السطحية من سطح الخشب إلى اللون الفاتح مع ليونتها وقابليتها للانفصال عن السطح وسهولة تفتتها كما فى حالة تمثال "كاعبر " .

● وجود العديد من الدلائل على إجراء عمليات ترميم سابقة بالتماثيل أستخدم فى بعضها أساليب ومواد غير مناسبة لطبيعة الأثر وأسلوب صناعتة .

● وجود طبقة رقيقة من مادة بيضاء معتمة متماسكة تغطى سطح الخشب أو أجزاء منه مما أدى إلى طمس الكثير من المعالم وتشوة المظهر العام كما فى حالة تمثال "كاعبر " والسيدة

● ظهور بعض العلامات والخطوط الغائرة بسطح الخشب ناتجة عن آلة حادة وبعض هذه الخطوط مملوء بمادة بيضاء كما فى حالة تمثال السيدة و كاعبر .

● وجود بقع من نوعيات مختلفة من الشوائب والعوالق على سطح الخشب بعضها لمواد ترميم والبعض لمواد طلاء حديث وفضلات طيور .

● الأطار المعدنى المحيط بتطعيم العين بتمثالى " كاعبر " و الشاب مغطى بطبقات كثيفة ومتنوعة من نواتج الصدا هذا بجانب وجود تكلسات وشوائب على بياض العين أدى إلى تشوهها مع تغير لون القزحية وشبة إعتام فى قرنية العين اليمنى لتمثال "كاعبر" .

وبدراسة هذه المظاهر ومحاولة التعرف على العوامل المسببة لها وذلك بالرجوع إلى المراجع العلمية والدراسات السابقة التى تتعلق بأهم عوامل تلف الأخشاب ، بجانب الرجوع إلى المراجع الأثرية التى تشتمل على تاريخ هذه التماثيل ومحاولة التوصل إلى أقدم تسجيل أثرى لها للتعرف على التغيرات التى طرأت عليها بعد الكشف عنها . هذا بالإضافة إلى إجراء الفحوص الدقيقة لمظاهر التلف بإستخدام العدسات المكبرة والأستريوميكروسكوب وأخذ عينات غير متلفة وفحصها تحت الميكروسكوب الضوئى مع أستخدام الميكروسكوب الألكترونى الماسح (SEM) والنافذ (TEM) للتوصل إلى التغيرات التى طرأت على التركيب الداخلى الدقيق للخشب . كذلك تم إجراء التحاليل المختلفة للتعرف على مكونات هذه العينات بإستخدام طريقة حيود الأشعة السينية وجهاز التحليل الطيفى للأشعة تحت الحمراء بجانب التحاليل الكيميائية .

وقد نتج عن هذه الدراسة التوصل للأسباب والعوامل التى تعرضت لها التماثيل الثلاثة أثناء فترة الدفن وبعد الكشف عنها والتى سببت حدوث مظاهر التلف السابقة هذا بجانب التوصل إلى العلاقة التى تربط بين طبيعة الأخشاب وأسلوب الصناعة الذى أستخدم قديما بالتماثيل الثلاثة والعوامل السابقة مما ساعد على زيادة مظاهر التلف . ويمكن إيجاز أهم العوامل التى أدت إلى تعرض التماثيل للتلف فيما يلى :-

١- التلف البشرى :-

يعتبر هذا العامل من أهم العوامل التي كان لها أكبر الأثر في تعرض التماثيل المختارة للتلف ويمكن تقسيم هذا العامل إلى قسمين هما التلف المتعمد الذي قد يتعرض له الأثر بواسطة أشخاص مختلين عقليا أو ليس لديهم الوعي الأثرى الكافى أو لأغراض سياسية أو اقتصادية . والتلف غير المتعمد والذي ينتج عن الإهمال أو عدم المعرفة أو بسبب حادث عرضى . وقد يتعرض الأثر لهذا العامل أثناء عمليات الكشف بالحفائر أو خلال عمليات النقل أو العرض أو بالمخازن أو أثناء عمليات الترميم . وفى كلا الحالتين فإن الأثر يتعرض للضرر الذى قد يصل إلى حد القضاء عليه تماما أو إلى حالة يصعب علاجها .

ويعتبر عامل التلف غير المتعمد هو المسئول عن تعرض التماثيل المختارة للعديد من مظاهر التلف والتي يمكن أجمالها فيما يلى :-

١/١ : وجود طبقة معتمة شديدة البياض تغطى سطح الخشب فى كلا من تمثالى "كاعبر" والسيدة ، والتي أدت إلى تشوه التماثيل وإخفاء جزء كبير من التفاصيل [صور رقم ٥-٣٤] . وقد تم أخذ العديد من العينات من هذه الطبقة من مواضع مختلفة للتعرف على مكوناتها حيث تم تحليلها باستخدام طريقة حيود الأشعة السينية وقد أتضح من نتيجة التحليل أن هذه الطبقة مكونة فى حالة تمثال "كاعبر" من الجبس والكوارتز والسليكات بما يتضمن معادن الكاولينيت وألبيت الفلدسبار والدولوميت وهى معادن متوفرة فى خليط الطين الذى كان يستخدم لعمل القوالب ، هذا بجانب نسب قليلة من التلك الذى كان يستخدم كمادة عازلة قبل عمل القالب ، مع وجود الأوكسالات كمكون ثانوى والتي يرجح أن وجودها نتج عن نشاط بيولوجى أو نتيجة استخدام مواد ترميم فى عمليات سابقة أو أنها مادة متحولة نتجت عن تفاعلات للكالسيت أو الجبس . أما فى حالة تمثال "السيدة" فقد وجد أن هذه الطبقة البيضاء المعتمة مكونة بصورة رئيسية من الكوارتز والكاولينيت والتلك والجبس وذلك بنسب متفاوتة حسب موضع العينة .

ونظرا لأن طبقة المعجون الأصلى بتمثال "كاعبر" مكونة أساسا من الكالسيت والرمل وهى ذات لون مصفر بينما فى حالة تمثال "السيدة" فطبقة المعجون الأصلى ذات لون بنى محمر ومكونة من الكوارتز والهيمايت والجوئيت . لهذا فهى تختلف تماما عن الطبقة البيضاء المعتمة التى توجد على سطح التماثيل والمكونة أساسا من مواد تستخدم فى عمليات صب القوالب . وقد أثارت هذه النتيجة إمكانية أرجاع وجود هذه الطبقة البيضاء المعتمة على التماثيل إلى عمل قالب عليها فى وقت سابق . إذ أن الأسلوب الذى كان متبعاً فى هذا الحين هو عمل القالب على الأثر مباشرة وذلك بعد تغطيته بطبقة عازلة من بودرة التلك أو الكاولين ثم عمل طبقة من الطين الطرى مكونة من أكثر من جزء يتم فصلهم عن التمثال باستخدام أداة معدنية حادة كالسكين ، وعن طريق تجميع هذه الأجزاء يمكن الحصول على نسخة للتمثال من الجبس . وقد عضد هذا رأى بجانب نتائج التحاليل السابقة العديد من الظواهر التى لوحظت بكلا التماثيل أثناء فحصهم باستخدام العدسات المكبرة والاستريوميكروسكوب الذى تصل قوة تكبيره إلى (40 X) حيث لوحظ التالى :-

• وجود الطبقة البيضاء المعتمة داخل الشروخ وفوق الأجزاء المتآكلة والمفقودة . وحيث أن معظم هذه الشروخ والأجزاء المفقودة من سطح الخشب قد حدثت بعد دفن التماثيل بالمقبرة ، إما نتيجة لتعرضها للجفاف الشديد أو بسبب الهجوم الحشرى ، لذا فإن هذه المادة حديثة أضيفت للتماثيل بعد الكشف عنها وهذا يعلل وجودها فى هذه المواضع [صور رقم ٧٧-٧٨] .

• وجود بقع من هذه المادة ملتصقة بسطح الخشب على السن تثبتت الأذرع بجسم تمثال "كاعبر" وداخل النقر الخاص بهذه الألسن [صورة رقم ٧٩] وليتم ذلك فإنة لابد من فصل الأذرع وهو ما قد تم أثناء عمليات عمل القالب ومما يؤكد هذا الرأي أن خابور تأمين تثبتت لسان الذراع الأيمن بالجسم ثبت عكس اتجاهه الأصلي [صورة رقم (٨٠-ب)]

• تغطي المادة البيضاء في تمثال السيدة أجزاء من رقم التسجيل المكتوب بطلاء أحمر حديث وبعد إزالتها ظهر أسفلها الطلاء الأحمر [صور رقم (٨١-ب)].

• توجد هذه المادة في تمثال السيدة فوق طبقة الألوان الأصلية بكل من الشعر و الصدرية وشريط العنق مما نتج عنه أخفاء التفاصيل والألوان [صورة رقم ٨٢].

• لوحظ في تمثال "كاعبر" وجود بقع غير منتظمة ناصعة البياض في بعض الأجزاء وذلك بشكل غير متعمد مثل باطن الساق اليمنى من الخلف وعلى جزء صغير فوق الصدر الأيسر وفوق تجاعيد الظهر [صور رقم ٨-١٠-٨٣] .

• وجود مجموعة من الخطوط الدقيقة الغائرة بسطح خشبي التمثالين تقسمهم بأسلوب منتظم متمائل وبدراسة هذه الخطوط وأسلوب توزيعها على التمثالين مع فحصها باستخدام الأستريوميكروسكوب لوحظ وجود بقايا المادة البيضاء داخلها حيث يلتصق بسطحها طبقة قاتمة اللون تميل للمعان مما يؤكد أنها ناتجة عن استخدام أداة معدنية حادة وذلك لتقسيم القالب الطيني إلى أجزاء حتى يمكن فصلة عن التمثال [صور رقم (١٢-١٧-١٨-٤٢-٨٤ أ ب)] .

ومما يؤكد عمليات صب قالب على تمثال " كاعبر " التوصل إلى خطاب كتبه " ماريت " (١) في مارس عام ١٨٦٨ بعد عودة التمثال من معرض باريس الذي أقيم عام ١٨٦٧ ، حيث يذكر " ماريت " في هذا الخطاب انه قد لاحظ أثناء فض تغليف التمثال الذي تأخر للعديد من الأسباب انه قد تم صب قالب عليه في باريس خلال المعرض وأن هذا قد تم بصورة غير شرعية بواسطة العمال الذين كانوا مكلفين بعمل قالب لتمثال خفرع المرمر . وقد ذكر " ماريت " في خطابه أن عمل القالب قد أضر بالتمثال وأن ذلك قد ظهر في تأكسد الأطوار المعدني المحيط بتطعيم العين مما أدى إلى تمدده مسببا فصل جزء من الجبهة وزيادة فصل الجزء الموجود بالجانب الأيمن للوجنة هذا بجانب تشوة التطعيم والتأثير على شفافية القرنية . كذا ذكر "ماريت" أن عمليات عمل القالب نتج عنها ظهور العديد من البقع الكبيرة والطبقات البيضاء على سطح التمثال . وقد صرح في هذا الخطاب أن التمثال فقد جزء من قيمته بسبب مالحقة من أضرار نتجت عن عمليات صب القالب الذي يعتقد أنه من الجبس ، وأكد على ضرورة منع ظهور أي نماذج ناتجة عن صب هذا القالب على رأس التمثال إذ أنه كان يعتقد أن القالب تم عملة للرأس فقط وأن البقع التي توجد على الجسم قد حدثت بصورة عرضية إلا أن فحص التمثال وعلامات فصل أجزاء القالب أكد أن عمليات الصب شملت جزء كبيراً من الجسم يتساوى إلى حد كبير مع الجزء المتبقى من تمثالي الشاب والسيدة .

(١) Wallon, M.H.; "Notice Historique Sur Larie et les Travaux de Mariette Pacha", Academie des Inscriptions et Belles-Lettres, Institute de France , Paris, 1883, XIII, pp. 142-143.

وقد أكدت " Murray " ^(١) حدوث عمليات الصب على التمثال أثناء معرض باريس
ذاكرة أن المواد الرطبة التي أستخدمت لصناعة القالب قد أزالت الألوان التي كانت موجودة
على الرأس كما أنها أثرت على مظهر تطعيم العينين .

أما بالنسبة لتمثال " السيدة " فقد تم التوصل إلى صورة له ترجع إلى أواخر القرن
السابق تظهر فيها علامات فصل القالب واضحة ^(٢) [صورة رقم (٨٥)] ، كذا تم التوصل
إلى نموذج قديم للتمثال مصنوع من الجبس ، وقد لوحظ أن علامات فصل القالب على النموذج
تتطابق تماما مع الخطوط الغائرة الموجودة على التمثال والناجمة عن عمل القالب . هذا علما
بأن القالب القديم الذي شكل على التمثال قد أستحدث ومازال يستخدم حتى الآن في عمل نماذج
لـة بقسم النماذج التابع للمجلس الأعلى للآثار [صورة رقم (٨٦)] .

ومما سبق يمكن تلخيص مظاهر التلف التي نتجت عن عمل القالب على كلا من تمثالي
" كاعبر " و " السيدة " فيما يلي :-

• صدأ الأطار المعدني المحيط بتطعيم أعين " كاعبر " مما أدى إلى زيادة حجمه وبالتالي
تأثيره على الشروخ المحيطة به .

• تسرب بعض المواد المستخدمة في عمل القالب إلى داخل تطعيم أعين " كاعبر " وذلك أسفل
القرنية الشفافة مما أثر على اللون والمظهر العام للقرنية خاصة للعين اليمنى التي من
الواضح أنها تعرضت لتحرك القرنية عن موضعها .

• التأثير على بقايا الألوان التي كانت موجودة بالتمثالين خاصة تمثال كاعبر .

• تغطية سطح التمثالين بطبقة معتمة بيضاء أدت إلى طمس ماتبقى من ألوان وزخارف
وتحول اللون الأصلي للخشب إلى لون مائل للبياض أدى إلى تشوه المظهر العام للتماثيل
وطمس الكثير من التفاصيل .

• تأثر المادة اللاصقة المستخدمة في لصق الجزء المضاف بالجانب الأيمن لوجه تمثال
" كاعبر " مما أدى إلى ليونتها مسببا تحرك هذا الجزء عن موضعه .

• زيادة تآكل وضعف الطبقة السطحية ذات اللون الفاتح بخشب تمثال " كاعبر " .

٢/١ : فقد الجزء السفلي من تمثالي الشاب والسيدة إذ لم يتبقى منهم حاليا إلا الجذع فقط أما
باقي التمثالين فقد تم نشرة بإستخدام منشار معدني والذي أتضح من فحص علامات النشر أنه
منشار حديث إذ أنه يعمل في اتجاهين (شد ودفع) [صور رقم ٢٣-٢٤-٣٨] بينما المنشار
في الدولة القديمة كان منشار شد فقط مما يرجح أن عمليات النشر قد تمت حديثا ، ومما يؤكد
هذا الرأي الحقائق التالية :

• تعرض التمثالين لتآكل حشري شديد خاصة تمثال الشاب ومن الواضح من شكل وحجم
واتجاه التآكل أنه بدأ من القدمين اللذين كانا على اتصال بالأرض وأستمر متغلغلا إلى أعلى
[صور رقم ٢٣-٣٨-٨٧] .

(١) Murray, M.; " Egyptian Sculpture", Duchworth, London, 1930, pp. 64-65.

(٢) Maspero ; " le Musee Egyptian" Public par M.E. Greboud, Tome Premier, Le Cairo,
Impriemerie De L'institut Francais D'Archeologie Orientale, 1890-1900,
pp. 13-14, pl. XIV.

• بالرجوع إلى كل مانشر عن التمثالين في المراجع العلمية وجد أن جميع الباحثين⁽¹⁾ قد أجمعوا على أن الجزء السفلي من تمثال الشاب الواقف دمر تماما وأن جذع السيدة هو كل ما تبقى من تمثالها الواقف، ولم يذكر في أي من المراجع أن التمثالين كانا في الأصل تمثالين نصفين.

• بدراسة التماثيل النصفية التي صنعت لهذا الغرض قديما وجد أنها عبارة عن كتلة واحدة من الخشب ليس لها أذرع مع عدم الاهتمام بتشكيل التفاصيل الدقيقة للجسم وهو ما يتعارض مع تمثالي الشاب والسيدة [صور رقم (٨٨ أ ب)].

• من الواضح من دراسة بقايا آثار التآكل الحشري الشديد في القطاع المنشور بتمثال الشاب أنها التي حددت موضع نشر التمثال مع ملاحظة أن التمثالين منشورين في نفس الموضع تقريبا بنفس الأسلوب بحيث تم الحفاظ على الفرق الأصلي في النسب والطول بينهم.

• القطاع المنشور بجسم الشاب غير مستقيم إذ أنه مائل قليلا في الاتجاه الأيمن.

• من المؤكد أن نشر اليد اليمنى بتمثال الشاب قد تم حديثا إذ لا يمكن للمصري القديم مع ما يعتنقه من معتقدات أن يضع تمثال بيد واحدة هذا بجانب وجود دلائل على الإصابة الحشرية بالقطاع المنشور لليد [صورة رقم (٢٤)]. وبدراسة الذراع الأيمن وحساب طوله في حالة وجود اليد وجد أن طول الذراع في هذه الحالة سيكون أطول من جزء الجسم الموجود حاليا حيث الفرق بين قطاع اليد والجسم ٢ سم بينما طول الجزء المفقود من الذراع بدون اليد ٥ سم.

• تمثال الشاب يمثل واقفا بحيث تتقدم الساق اليسرى خطوة للأمام وهو ما ليس له معنى في حالة كونه تمثال نصفى .

• من الواضح أن تمثال الشاب كان يقبض بيده اليسرى الممدودة للأمام على عصا السير الطويلة والتي كانت مثبتة داخل فراغ أسطوانى بوسط اليد، وهو ما لا يمكن أن يتم إلا لو كان التمثال كاملا يمثل صاحبة في وضع الوقوف.

• وفي حالة وجود ذراعي السيدة المصنوعين بصورة منفصلة والمؤكد وجودهم من وجود نقرى تثبيت لسان الأذرع بالكثفين، فإن طولهما كان سيكون أكبر من طول الجزء المتبقي حاليا من جسم التمثال.

٣/١: أجراء بعض عمليات الترميم السابقة باستخدام مواد وأساليب غير مناسبة لخامة وطبيعة التماثيل مثل:-

• استخدام شمع برافين في ترميم تطعيم العين اليمنى وبعض أجزاء من الذراع الأيمن لتمثال " كاعبر " مما أدى إلى زيادة تشوه التطعيم وإعتامة وإلى وجود تغير في لون الذراع الأيمن

(1) Drioton, E. ; "Encyclopedie Photographique De L'art Le Musee Du Cairo", Editions TEL., France, 1949, p. 35.

- Saleh, M. and Sourowzian, H.; Op. Cit., No. 41-42.

- Borchardt, V.L.; Op. Cit. , pp. 31-32.

- Carpart, J. ; "Some Remarks on the Sheikh El-Beled", the Journal of Egyptian Archaeology, Vol. VI, the Egypt Exploration Fund , London , 1920, p. 228.

- استخدام مواد لاصقة حديثة مثل الغراء الحيواني والفينايل لتجميع جزئى الذراع الأيسر لتمثال "كاعبر" وهى مواد لاصقة قوية لها أضرارها ومن الصعب التخلص منها عند الحاجة بدون تعرض الخشب للضرر خاصة في حالة الخشب الهش الضعيف [صورة رقم (٨٩)].
- تغير أسلوب الصناعة القديم عن طريق لصق بعض اللحامات التى كانت مجمعة معا أصلا باستخدام الألسن العيرة والخوابير فقط وذلك باستخدام مادة لاصقة كالغراء كما في حالة خوابير تأمين لسان تثبيت ذراعي الشاب بالجسم مما جعل من الصعب فصل هذه التراكيب.
- تثبيت بعض الأجزاء التي كانت منفصلة في غير موضعها الصحيح كما في حالة الذراع الأيسر لتمثال "كاعبر" حيث تم تثبيت جزء خشبي صغير عند موضع اتصال الساعد بالعضد من الخارج وهو يخص نفس الموضع ولكن في الاتجاه المقابل (من الداخل) ، وكذا تثبيت جزء صغير أسفل موضع الاتصال في غير موضوعة بحيث أصبح بارزاً عن خطوط تجميع الذراع مسببا تشوهة [صور رقم (٨٩-٩٠ أب)].

٢- الرطوبة النسبية :-

الخشب مادة هيجروسكوبية لها ألفة أو تجاوب للماء ويرجع ذلك إلى تأثير قطب مجموعات الهيدروكسيل (OH) الموجود فى كلا من السليولوز والهيمسليولوز اللذان يعتبران مكونان أساسيان فى تركيب الأنسجة الخشبية ، وبالتالي فإن الخشب لديه إستعداد كبير لإمتصاص وإعطاء الرطوبة ، ويتوقف ذلك على كمية الرطوبة فى الجو المحيط به^(١) .

وعند جفاف الخشب فإنه يفقد أولاً الماء الحر الموجود فى فراغات الخلايا والذي لا يكون له تأثير على إنكماشه ، إلا أنه عندما يبدأ فى فقدان الماء الموجود بجدران الخلايا فإن ذلك يؤدى إلى إنكماش نسيج هذه الجدران مما يخفض من حجمها مؤدياً إلى أنكماش الخشب ، وبالتالي فإن الماء الممتص بواسطة جدران الخلايا والذي يطلق عليه الماء الرابطة Bond water هو المسئول عن عمليات التمدد والإنكماش للأخشاب^(٢) .

وبتعرض الأخشاب لعمليات التمدد والإنكماش فإن ذلك يؤدى إلى حدوث حركة بالخشب تختلف فى نوعيتها وقوتها ومدى تأثيرها على الخشب على عدة عوامل أهمها:-

- معدل تغير بخار الماء فى الجو المحيط .
- إتجاه القطع للخشب المستخدم إذ أن الخشب لا ينكمش بمعدل متساوى فى كل الإتجاهات فإنكماشه فى إتجاه الألياف (الطولى) لا يتعدى ٠,١ % أما أنكماشه فى الإتجاه المماس فيتراوح من ٥ إلى ١٠ % بينما يتراوح إنكماشه فى الإتجاه القطرى (الشعاعى) من ٣ إلى ٦ % وتزداد هذه القيمة مع الزيادة فى كثافة الخشب وبالتالي فإن الإنكماش فى الاتجاه المماس يكون حوالى ضعف الإنكماش فى الإتجاه القطرى مما يفسر سبب حدوث الشروخ

(١) نادية لقمة ، " علاج وصيانة الأخشاب الملتفة تطبيقاً على أحد عربات الملك توت عنخ أمون " رسالة ماجستير - قسم ترميم الآثار - جامعة القاهرة - ١٩٨٦ - ص ٣٨-٤٣ .

(2) Schniewind, A.P.; "Physical and Mechanical Properties of Archaeological Wood", Archaeological Wood, Advances in Chemistry Series 225, The American Chemical Society, Washington, 1990, p. 95.

فى الأتجاه القطرى عند جفاف كتلة من الخشب (١)

• نوع الخشب إذ أن بعض الأخشاب مثل الماهوجنى والتك والجوز التركى والارز الأحمر وخشب تتوب دوجلاس لا يكون لهم ميل للتشقق بصورة ملحوظة عند الجفاف ويرجع ذلك إلى أن الاختلاف بين الانكماش فى الأتجاه القطرى والمماس لهذه الأخشاب يكون صغيراً بينما فى أنواع أخرى يكون هذا الاختلاف كبيراً لذا تكون عرضة للتشقق قطرياً عند الجفاف مثل خشب الزان والسنديان والقرو (٢).

• الحالة الأنشائية للخشب ودرجة القيود الواقعة على تركيبة بواسطة العناصر التركيبية الأخرى .

وباستمرار تعرض الأخشاب للحركة الناتجة عن تغيرات الرطوبة النسبية بالجو المحيط تؤدي خاصة فى حالة الأخشاب الضعيفة بسبب عامل القدم إلى ظهور العديد من مظاهر التلف من انفصال الألياف والتعرض للتشقق إلى تغير فى الأبعاد والإلتفاف والتشوة بجانب فقد معظم طبقات التطعيم والمعجون .

ويزيد من تأثير هذا العامل على الآثار الخشبية وجود بعض العوامل المساعدة التى تتضمن معه مثل أسلوب الصناعة المستخدم قديماً ووجود بعض العيوب الطبيعية بالخشب المستخدم . ويظهر تأثير هذا العامل والعوامل المتضامنة معه واضحاً فى التماثيل الثلاثة المختارة وذلك فى المظاهر التالية :

• تعرض الخشب لضعف الترابط بين اليافة بسبب تكرار الحركة الناتجة عن تغيرات الرطوبة مما أدى إلى انفصال الألياف عن طريق تكوين صدوع وشقوق أو بواسطة انفصال جزئى أو كامل لخلايا مفردة أو مجموعة من الخلايا ، مما يسبب حدوث شروخ وذلك فى الأتجاه الشعاعى ، وتختلف هذه الشروخ فى العمق والحجم حسب حالة الخشب وقوة الحركة التى يتعرض لها . ويظهر ذلك واضحاً فى الشروخ العديدة التى توجد بالتماثيل الثلاثة التى تتميز بأن بعضها سطحى والبعض عميق متسع .

• حيث أن التماثيل الثلاثة مشكلة فى كتل مصمتة من الخشب لذا فإنه بتعرضها للجفاف تصبح طبقة السطح أكثر جفافاً بالمقارنة بالأجزاء الداخلية لكتلة الخشب التى تظل محتفظة برطوبتها مما يتولد عنه قوى ميكانيكية (شد وكبس) تظهر على شكل صدوع وأنشقاق فى طبقة السطح والتى فى حالة استمرار عمليات الجفاف يمكن أن تحدث فى الأجزاء الداخلية وذلك فى المراحل المتأخرة . ويظهر ذلك واضحاً فى التماثيل الثلاثة خاصة تمثال "كاعبر" المشكل فى كتلة خشبية كاملة القطر .

• زيادة إتساع الشروخ التى وجدت بالخشب أصلاً عند إستخدامة قديماً والتى كان الصانع القديم يلجأ إلى إخفائها بإستخدام المعجون ، إلا أنه نتيجة تعرض الخشب لتغيرات فى الرطوبة النسبية أدى ذلك إلى حركة هذه الشروخ مسببة طرد طبقة المعجون القديم مع تعرضها للإتساع مؤدياً إلى تشوة الأثر . ويلاحظ هذا المظهر فى الشرخ الموجود بالجانب الأيمن لوجة تمثال الشاب (٣٢) والذى تساقط معظم المعجون القديم الذى كان بداخله وفى

(1) Stamm. A.D. ; "Wood Deterioration and its Prevention", Conservation of Wooden Objects, Vol. 2, New York Conference on Conservation of Stone and Wooden Objects, IIC., Second Edition, London, 1971, p. 3.

(2) Gettens, R. and Stout, G.; "Painting Materials", Dover Publication, Inc., New York, 1966, p. 263.

الشرخ الذى يوجد أعلى العين اليسرى والذى زاد فى الاتساع مع تعرض حوافه للإلتفاف . وكذا فى الشرخ الطولى العميق الذى يوجد بطول يمين ظهر تمثال "كاعبر" (٣٤) والشرخ الطولى الذى يوجد بطول يسار الظهر [صور رقم (٩١ أ ب)] .

• ظهور فراغات بين خطوط لحام الوحدات المشكلة بصورة منفصلة بالتماثل نتيجة لتغير أبعاد الخشب وتعرض بعض أجزاء للإلتفاف ، ويظهر ذلك واضحاً عند خطوط لحام أذرع تمثال "كاعبر" بالجسم وكذا تمثال الشاب خاصة عند الذراع الأيمن .

• ضعف وسقوط طبقات الألوان والمعجون نتيجة لضعف الترابط بينها وبين سطح الخشب بسبب الحركة المستمرة الناتجة عن تغير الرطوبة وقد أدى ذلك إلى فقد معظم طبقات المعجون والألوان بالتماثل الثلاثة هذا بجانب تساقط المعجون المستخدم كمادة مألئة لتثبيت بعض الوحدات المضافة بالتماثل مما أدى إلى عدم ثباتها كما فى حالة تطعيم أعين الشاب وكاعبر .

• عدم القدرة على تجميع الأجزاء الخشبية المضافة التى صنعت قديماً بصورة منفصلة بشكل سليم متكامل نتيجة تعرضها للتغير فى الشكل والأبعاد ، إذ أن المصرى القديم كان يلجأ فى حالة وجود فراغات أو منطقة مصابة فى كتلة الخشب المستخدمة إلى أزالتها بشكل منتظم ثم أستكمالها بجزء خشبي مضاف من نفس نوع خشب التمثال وفى بعض الحالات من خشب أكثر صلابة وانتظاماً للألياف وذلك حسب موضع وشكل الجزء المراد إستكماله . لذا فإنه عند تعرض الأخشاب إلى الحركة الناتجة عن تغيرات الرطوبة النسبية يؤدى ذلك إلى تعرض هذه الأجزاء المضافة إلى الانفصال والتشوه الذى قد يصل إلى حد تغير حجمها وشكلها عن الفراغ الخاص بها . كما حدث فى الجزء المستكمل أعلى الجانب الأيسر لوجة الشاب والذى زاد من تشوهه أن المنطقة التى تعلوه مستكملة بأكثر من قطعة من الخشب متصلين بفراغ الجزء المستكمل الأساس من الداخل وبالتالي فإن حركة هذه الأجزاء سيكمل ضغطاً على هذه المنطقة مسببة طرد الجزء المكمل لها مع زيادة إتساع الشرخ الذى يعلو الحاجب الأيسر والذى يتصل بالجزء المستكمل من أعلى . وقد نتج عن ذلك أن الجزء المكمل لهذا الفراغ أصبح أقل فى الحجم [صور رقم (٢٨-٢٩)] . ويلاحظ هذا التأثير أيضاً فى حالة الجزء المضاف أعلى العين اليسرى لتمثال "كاعبر" [صورة رقم ١٥] وقد تؤدى هذه العمليات فى بعض الحالات إلى انفصال كامل للجزء المضاف وفقدانه بصورة نهائية كما حدث فى الجزء المكمل للجانب الأيمن لبطن تمثال السيدة (٣٣) [صورة رقم (٧٢)] .

• حدوث حركة متعارضة بين إطار تطعيم العين المعدن وبين سطح الخشب فى المنطقة المحيطة به ، إذ أن تعامل الخشب مع تغير الرطوبة والحرارة يختلف عن تعامل الخامات الأخرى المستخدمة فى تطعيم العين ، خاصة الأطار المعدنى الذى يحيطهما والذى تعرض للصدأ وزيادة الحجم مما سبب تعرض الخشب فى المنطقة المحيطة إلى العديد من الضغوط مؤدياً إما إلى انفصال التطعيم أو سقوطه وفى حالة قوة التصاقه بموضعه تؤدى هذه الضغوط إلى حدوث شروخ أو انفصالات بالخشب فى المنطقة المحيطة به ، ويظهر ذلك واضحاً فى زيادة الشرخ أعلى تطعيم العين اليسرى لتمثال الشاب وظهور شروخ أعلى تطعيم العين اليسرى وأسفل تطعيم العين اليمنى بتمثال "كاعبر" والتى زاد من أتساعها أن الجزءان المستكملان أعلى العين اليسرى وأسفل العين اليمنى مصنوعان من نوع من الخشب يختلف عن خشب التمثال وبالتالي يختلف فى مدى التعامل مع التغيرات فى الرطوبة [صور رقم (١٥-١٩)] .

• تعرض الإطار المعدني المحيط بتطعيم العين للصدأ بسبب الرطوبة العالية مع وجود أيونات الكلوريد التي تسرع من عمليات الصدأ مما أدى إلى تعرض الخشب في المنطقة المحيطة بة للتلف والتدهور إذ أن نواتج صدأ المعادن يمكن أن تضعف الخشب وتسبب تعرض جدران خلايا للتدهور الشديد ويرجع ذلك إلى أن أيونات المعادن تعتبر عامل محفز نشط يشجع التفاعلات الكيميائية التي تسبب تلف وتدهور جدران خلايا الخشب ^(١) . ويلاحظ ذلك بصورة واضحة في أجزاء الخشب الملاصقة للإطار المعدني المحيط بتطعيم أعين "كاعبر" والذي توجد عليه نواتج صدأ تشتمل على أيون الكلور ، مما أدى إلى تآكل وضعف الخشب في هذه المنطقة بجانب تحول أجزاء منة إلى اللون القاتم .

• حيث أن العقد التي توجد بالأخشاب تعتبر من العيوب الطبيعية بها إذ بالرغم من أنها تنمو مع الأخشاب كجزء منها ينتج من تفرع يخرج من لب الشجرة الأصلي إلا أنها في معظم الحالات تمثل نقط ضعف لتسببها في تغير إنتظام إتجاه الألياف في المنطقة المحيطة بها . كما أن خواصها تختلف عن باقي الخشب إذ أن خشب العقد يختلف في الكثافة (عادة يكون أعلى) كما أن إتجاه تعريقاته يكون إما أقل أو أكثر تعامداً على الياف الخشب المحيطة به ^(٢) . وهناك نوع من العقد يطلق عليه " العقد الميتة الخبيثة " وهي عقد منفصلة في التكوين يكون من السهل انفصالها عن الألياف ويرجع ذلك إلى خلخلتها عند تعرضها للجفاف ، إذ أن إنكماشها يكون أكثر من أنكماش الحشب المحيط بها . لذا فإنه في حالة تعرض هذه النوعية من العقد لأي ضغوط أو حركة ناتجة عن التغير في معدلات الرطوبة النسبية أو الجفاف الشديد فإنها تنفصل عن موضعها وتسقط تاركة فجوة مكانها . كما أن الجفاف يسبب حدوث العديد من الشروخ في المنطقة المحيطة بها . أما في حالة العقد المتداخلة في نمو الخشب فإنها تظل متماسكة في موضعها إلا أنها يمكن أن تتعرض للتشقق على شكل شقوق شعاعية ^(٣) .

ويظهر تأثير هذه الظاهرة واضحاً في التماثيل الثلاثة المختارة ففي تمثال الشاب يوجد فراغ يسار الشعر المستعار ناتج عن سقوط عقدة خبيثة [صورة رقم ٣٠] . كذلك يوجد في تمثال السيدة فجوات ناتجة عن سقوط العقد عند موضع التقاء الحافة الداخلية لحمالتي الرداء وبالقرب من أسفل البطن وفي يسار التمثال العلوي للظهر . أما في تمثال "كاعبر" فيوجد أكثر من مثال على التشوهات التي تسببها الأنواع المختلفة من العقد . حيث يوجد في المنطقة التي تعلو اليد اليمنى عقدة مستديرة مخلخلة ومجزأة بجانب ظهور العديد من الشروخ في المنطقة المحيطة بها [صورة رقم ٩] . كذلك يوجد في الجانب الأيسر من العنق عقدة صغيرة منفصلة تنتشر بها الشقوق الشعاعية . كما توجد عقدة كبيرة ذات شكل بيضاوي في أسفل الجزء الأمامي من النقبة تسببت في تغير إتجاه الألياف في المنطقة المحيطة بها [صورة رقم (٥)] .

⁽¹⁾ Blanchette, R., and Hatchfield, p. and Others; "Assessment of Deterioration in Archaeological Wood from Ancient Egypt", Journal of The American Institute for Conservation , Vol. 33, No. 1, The American Institute for Conservation U.S.A., 1994, p. 56.

⁽²⁾ Hoadley, B. ; "Understanding Wood ", The Taunton Press, U.S.A., 1994, pp. 26-28.

⁽³⁾ Bendtsen, B. and Others ; " Mechanical Properties of Wood ", The Encyclopedia of Wood , Revised Edition, Sterling Publishing Co. Inc., New York, 1989, p. 4-27.

٣- الأصابة بالحشرات :-

تسبب الحشرات العديد من الأضرار للأخشاب قد تصل إلى حد القضاء عليها بالكامل ، ويرجع التأثير الضار لهذه الحشرات إلى أخذها الأخشاب بما تحتوية من مواد كربوهيدراتية وسليولوز مادة غذائية لها مثل *Anobium punctatum* والأنواع المختلفة من *Termite* أو إلى أخذها الأخشاب كماوى لأقامة أنفاق المعيشة ووضع البيض بداخلها بدون إستخدامها كمصدر للغذاء مثل *Carpenter ants* (*Camponotus spp.*)^(١) . وهناك خطورة أخرى للحشرات إذ أنها ناقل أساس للفطريات المتلفة للأخشاب حيث أنها فى بعض الحالات تتغذى على الفطريات التى تنمو على الأخشاب ثم تقوم بنقل الجراثيم إلى أماكن أخرى . ومما يزيد من تأثير هذا العامل أن ظروف نمو وتغذية الحشرات على الخشب تتشابه مع الفطريات . وأياً كان السبب الذى يدفع الحشرات إلى مهاجمة الأخشاب فإن ظواهر الأصابة تختلف وبالتالي مظاهر التلف من حيث مدى الضرر الذى يتعرض له الخشب من تآكل وإحداث ثقوب وأنفاق داخلية يختلف قطرها وشكلها وذلك باختلاف نوع الآفة المحدثه للأصابة وبالتالي فإن طبيعة الأصابة ومدى جديتها وتأثيرها على الأخشاب يتوقف على نوع ودورة حياة الحشرة التى تصيب الخشب .

وتتنمى الآفات الحشرية التى تسبب أضراراً للأخشاب الآثرية إلى رتبتين رئيسيتين هما :

- رتبة متساوية الأجنحة Order Isoptera .
- رتبة غمدية الأجنحة Order Coleoptere .

وتشمل رتبة متساوية الأجنحة^(٢) على أنواع النمل الأبيض *Termites* الذى يعتبر من أهم الكائنات التى تدمر المواد السليولوزية وخاصة الأخشاب وهو ينتشر على مستوى العالم فى البلدان الحارة حيث يصيب الأخشاب الجافة والرطوبة الحية أو المستخدمة . وقد ذكر "Creffield"^(٣) أن النمل الأبيض بجانب مهاجمة للأخشاب يمكن أن يهاجم الجلود والعظام والكثير مما يوجد مدفوناً فى التربة مثل كابل التليفونات وأنابيب المياه البلاستيكية .

ويعيش النمل الأبيض عيشة جماعية فى مستعمرات فى أنفاق تحت الأرض أو داخل الأخشاب المتصلة بالتربة ، بعيداً عن الضوء الذى يؤذية ، ويمكن له أن ينتقل من مكان إلى آخر عن طريق بناء خنادق من الطين على الأسطح حتى يستطيع أن يصل للأخشاب بدون التعرض للضوء وهو يهاجم الخشب عادة من نقطة دخولة التى تكون بالقرب من الأرض لذا فإن الانفاق الخاصة به يكون أوجهها الأعلى .

وقد تؤدى الأصابة بالنمل الأبيض إلى تلف كامل لكل الأجزاء الداخلية للخشب تاركة الخلية الخارجية فقط سليمة. كما أنه قد يسبب أضراراً للعديد من المواد الأخرى أثناء المجهود

(1) Nilsson, T. and Daniel, G. ; "Structure and The Process of Dry Archaeological Wood" Archaeological Wood , Advance in Chemistry Series 225, The American Chemical Society, Washington DC., 1990, pp. 76-81-83.

(2) Eaton, R. and Hale, M. ; "Wood Decay , Pests and Protection" Chapman and Hall, London, 1993, p. 257.

(3) Greffield, J. ; "Wood -Destroying Insects , Wood Borers and Termites", CSIRO, Australia, 1996, p. 21.

الذى يبذلة للحصول على السليولوز كما فى حالة الطوب اللبن واللوحات الجدارية المرسومة على حامل طينى حيث يتغذى على التبن الموجود بها ^(١) .

وقد ذكر كلا من "Hale" "Eaton" ^(٢) أن رتبة النمل الأبيض (Isoptera) يتبعها ستة عائلات ، خمسة منها ذات مرتبة منخفضة (Lower Termites) وهى :

- نوع يعيش تحت التربة Mastatermitidae - Subterranean
- نوع يصيب الخشب الجاف Kalotermitidae- Drywood Termites
- نوع يصيب الخشب الرطب Termopsidae - Dampwood Termites
- نوع يتغذى على النباتات Hodotermitidae - Harvester Termites
- نوع يعيش تحت التربة Rhinotermitidae - Subterranean
- أما النوع السادس فذو مرتبة عالية (Higher Termites) وهو يعيش تحت التربة Termitidae - Subterranean Termites

والفرق بين هاتين المرتبتين من النمل الأبيض يتوقف على النمو التطورى والسلوك الاجتماعى لكل منها بالإضافة إلى الاختلاف فى محتويات الأمعاء حيث فى الأنواع ذات المرتبة المنخفضة تحتوى الأمعاء على بكتريا وكائنات وحيدة الخلية Protozoa التى تساعد على تكسير المواد الغذائية من الlijnosليولوز . بينما فى الأنواع ذات المرتبة العالية تحتوى الأمعاء على بكتريا وأنزيمات فقط وهم المسئولين عن الهضم .

أما "Moore" ^(٣) فقد حدد أشد أنواع النمل تدميرا للأخشاب بنوعين هما:-

- نوع يعيش تحت التربة ويحتاج دائما لرطوبة عالية [Subterranean T.] وهو لا يترك ثقوب بسطح الخشب والأنفاق الناتجة عنه تتركز جزئيا بالحلقات السنوية وتكون مملوءة بخليط من التربة والمواد البرازية .

- نوع يعيش فى الأخشاب المؤلمة [Dry wood T.] وهو لا يحتاج إلى رطوبة أكثر مما يحتوية الخشب وينتج عنه أنفاق غير منتظمة لا تتبع الحلقات السنوية ويمكن أن تحتوى على فضلات عبارة عن كريات صغيرة صلبة ذات نهايات مستديرة .

أما رتبة " غمدية الأجنحة " فهى تضم أغلب الآفات الحشرية التى تشكل خطورة على الآثار المصرية وهى ذات دورة حياة كاملة (بيض - يرقة - عذراء - طور ناضج) تتميز بزواج خارجى من الأجنحة كيتينى صلب وزوج داخلى غشائى بجانب أجزاء فم قارضة . تضم هذه الرتبة أفرادا رمية ومفترسة وأفرادا تتغذى على المكونات النباتية والحيوانية . وأهم الآفات الحشرية التى تتبع هذه الرتبة وتسبب العديد من الأضرار للأخشاب الأثرية تتبع العائلات التالية :-

^(١)Hickin, N.; "Wood destroying insects and works of arts "Conservation of wooden objects, Vol. 2, second edition, New York conference on conservation of stone and wooden objects , IIC, New York, 1970, pp. 75-80.

^(٢)Eaton, R. and Hale, M ; Op. Cit. ,pp. 257-258.

^(٣) Moore, Jr. H.; "Deterioration by Insects and Other Animals During Use", Concise Encyclopedia of Wood and Wood Based Materials, The Mit Press, Cambridge, U.S.A., 1989, pp. 86 - 92.

• عائلة الأنوبيدي Family Anobiidae

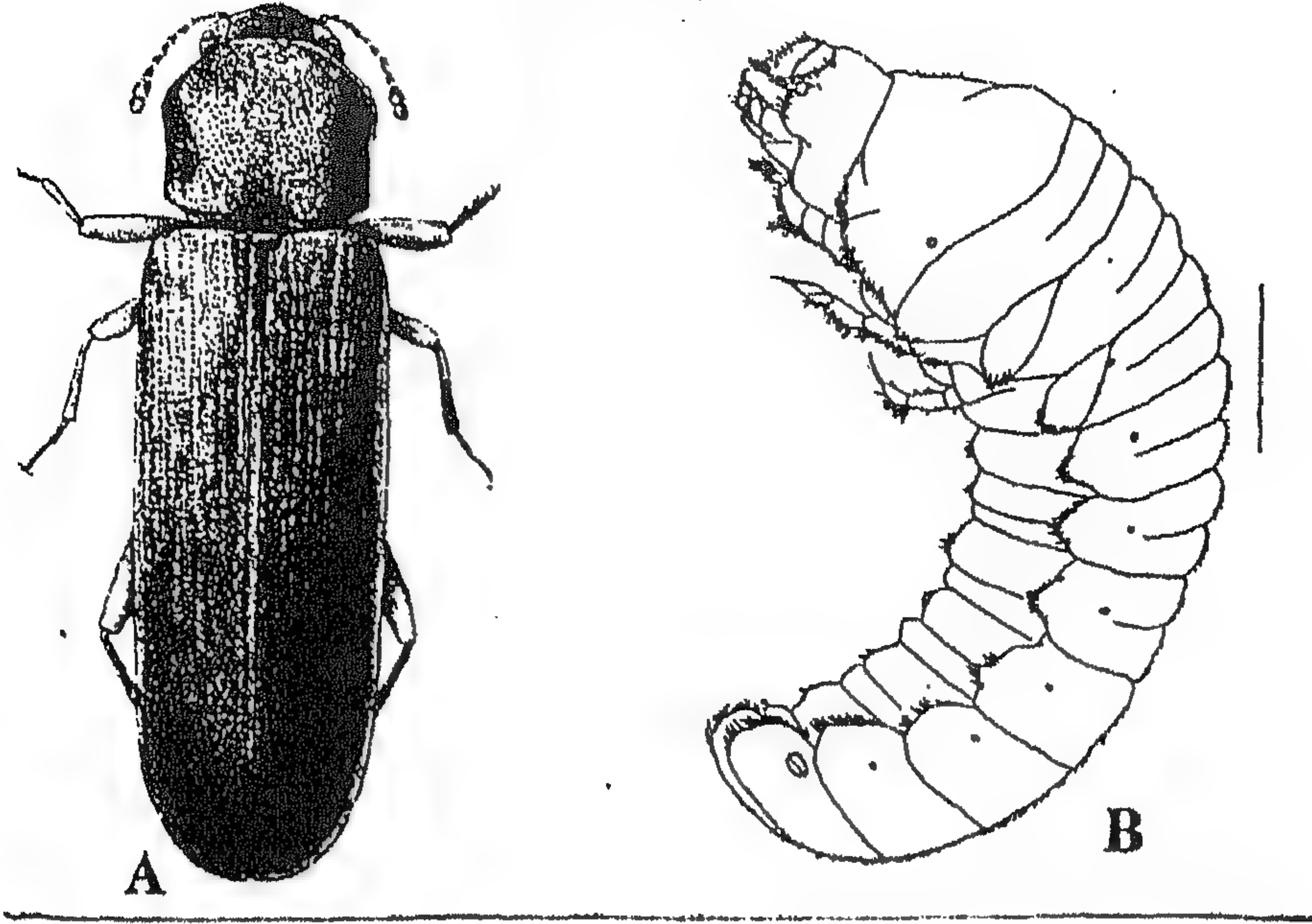
وهي خنافس صغيرة ذات جسم طويل ، تهاجم المصنوعات النباتية الجافة خاصة الأخشاب سواء كانت مصنعة أو غير مصنعة . ومن أهم أفرادها تأثيراً في حقل الآثار "خنفساء الأثاث" *Anobium punctatum* [صورة رقم ٩٢] وهي تهاجم بصورة رئيسية الأخشاب اللينة خاصة الخشب العصارى ، إلا أنها يمكن أن تهاجم أيضاً الأخشاب الصلبة . وهي حشرة ذات لون بني قاتم يتراوح طولها من ٣-٥ مم ^(١) ويتواجد على جناحها الغمدى صفوف من الثقوب. والأنثى الكاملة تضع البيض في الشروخ والفراغات الموجودة في الخشب حيث بعد من ٢-٥ أسابيع تخرج اليرقة التي تحفر الأنفاق في اتجاه الألياف في البداية ثم في اتجاهات غير محددة وهي تنتج فضلات محببة تميل للشكل البيضاوي تملأ بها هذه الأنفاق ^(٢). وتكون هذه الأنفاق في البداية في الجزء الخارجي للخشب العصارى ثم تزداد عمقا داخل الخشب مع نمو اليرقات [صورة رقم (٩٣)]. وفي نهاية مرحلة حياة اليرقة تأخذ طريقها إلى السطح الخارجي للخشب حيث تتشرب وفي نهاية فترة التشرب تخرج الحشرة الكاملة من خلال ثقوب دائرية تحدثها بسطح الخشب ذات قطر يتراوح من ١,٦ - ٣ مم ^(٣).

• عائلة الليكتيدي Family: Lyctidae

تهاجم الأخشاب الجافة خاصة منطقة الخشب العصارى بالأخشاب الصلبة حيث تتغذى على المواد الكربوهيدراتية وهي تصيب الخشب العصارى عندما يصل المحتوى الرطوبي بالخشب إلى ٢٠-٢٥ % ، كما أنها تفضل الأخشاب ذات المسام الكبيرة والمحتوى العالي من النشا ^(٤) . وهي ذات دورة حياة كاملة ويعتبر طور اليرقة والحشرة البالغة هما الطوران اللذان يسببان أكبر الضرر للأخشاب. ومن أكثر أفراد هذه العائلة خطورة على الأخشاب *Lyctus brunneus* ^(٥) [شكل رقم ٤٤] . وهي حشرات مطاولة مفلطحة الجسم تتراوح أطوالها من ٢ إلى ٥ مم وأن كانت بعض الأنثى تصل لطول ٧ مم ^(٦) واليرقة من ٣ إلى ٥ مم ويمكن أن تصل إلى ٧ مم والحشرة ذات لون بني قاتم مائل للحمرة إلى بني داكن بينما اليرقة فذات لون أبيض ورأس بني. وتتغذى اليرقة أساساً على مادة النشا الموجودة في الخلايا البرانشيمية للأشعة ^(٧) وتظل تتغذى حتى تصل إلى نهاية حياتها التي تتراوح من ٦٠ إلى ٢٧٠ يوم حيث تأخذ طريقها قريباً من السطح لتتشرق لفترة من ١٢-٢٧ يوم يخرج بعدها الطور الناضج الذي يحدث ثقوباً دائرية صغيرة بسطح الخشب عند الخروج منه ويتساقط من هذه الثقوب بودرة خشب ناعمة ذات لون بني ^(٨) . يتراوح قطر هذه الثقوب من ٠,٨ - ١,٦ مم وهي بصفة عامة أصغر من الثقوب التي تحدثها خنافس عائلة الأنوبيدي ^(٩) .

-
- (1) Greffield, J. ; Op. Cit., p. 12
(2) Eaton, R. and Hale, M. ; Op. Cit., p. 236.
(3) Moore Jr. H. ; Op. Cit., p. 89, Table 1.
(4) Eaton, R. and Hale, M. ; Op. Cit., p.244.
(5) Kingsolver, J. ; "Illustrated Guide to Common Inset Pests in Museums", A Guide to Museum Pest Control, The Foundation of the American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, Washington, 1988, p. 57.
(6) Eaton, R. and Hale, M. ; Op. Cit., p. 246.
(7) Nilsson, T. and Daniel, G. ; Op. Cit., p. 81.
(8) Kingsolver, J. ; Op. Cit, p. 57
(9) Moore Jr, H. ; Op. Cit., p. 89

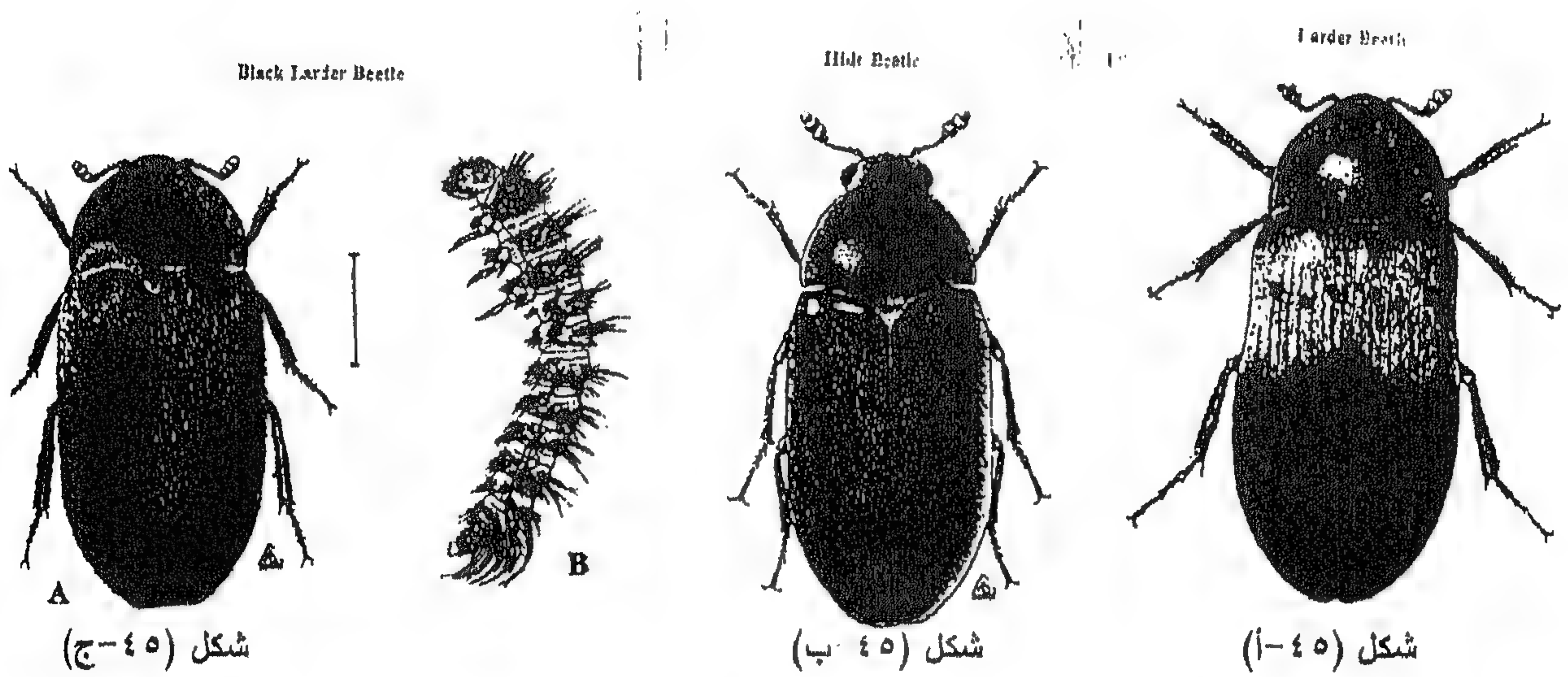
Powderpost Beetle



شكل رقم (٤٤)

"Lyctus brunneus" (١)

يوضح الطور الكامل ويرقة حشرة



A) Dermestes ater

Dermestes maculatus

Dermestes Lardarius

B) طور يرقة خنفساء الدرمستيس

ثلاثة أنواع من الخنافس التي تتبع عائلة الدرمستيدى "Dermestidae" (٢)

1- Kingsolver, J. ; Op. Cit. , P. 57 .

2- Ibid. . PP. 62 – 64 .

● عائلة الدرستيدي Family Dermestides^(١)

وهي تشمل أفات حشرية تصيب الآثار العضوية سواء كانت مقتنيات متحفية أو بالمناطق الأثرية. وهي حشرات ذات دورة حياة كاملة تتميز بالجسم الطويل أو ذو الشكل البيضائوي، ذات أحجام متوسطة إلى صغيرة، والطور الضار لهذه الآفة هو اليرقة التي تتميز بلون يميل للبنى وبرأس متميز عن الجسم ذو لون داكن وفم قارض، وجسم اليرقة مغطى بالكامل أو جزئياً بشعيرات قائمة اللون تتواجد بين عقل الجسم "Segments" أما في نهاية العقلة الأخيرة فتكون على هيئة شعيرات زيلية. ومن أهم الآفات الحشرية التي تتبع هذه العائلة وتسبب أضراراً بالغة للأخشاب، خنفساء الدرستيس Dermestes sp. [شكل رقم (٤٥) أ-ب-ج] وهي متوسطة الحجم يتراوح طولها من ٣,٥ إلى ٩ مم ذات لون بني محمر إلى داكن وتعتبر اليرقة التي تحدث أكثر الضرر أطول أطوار هذه الحشرة عمراً، وهي تمر بحوالي من ٤-٦ مراحل خلال نموها تتسلخ خلالها حيث في نهاية عمرها تتشربق في آخر جلد لتعطى طور العذراء. ويتراوح طول اليرقة من ١٢ إلى ١٤ مم وهي تتغذى على المكونات النباتية والحيوانية مثل المومياوات والقرابين الحيوانية والأسماك والعظام والأخشاب والجلود.

والجدول رقم (١) يتضمن ملخص لأهم الحشرات التي يمكن أن تسبب أضراراً بالغة للأخشاب.

وبفحص التماثيل الثلاثة موضوع البحث للتوصل إلى دلائل الإصابات الحشرية بكل منهم، لم يعثر على أي مظهر من مظاهر الإصابة الحشرية بتمثال "كاعبر" (٣٤ كتالوج) هذا بالرغم من فقدان القاعدة والجزء الأسفل من الساقين وربما يرجع ذلك إلى تميز خشب السرو المستخدم في تشكيل التمثال بندرة أصابته بالحشرات نظراً لما يحتويه من موائد طاردة للحشرات. إلا أن الوضع بالنسبة لتمثالي الشاب (٣٢ كتالوج) والسيدة (٣٣ كتالوج) المشكلين في خشب السنط السهل التعرض للهجوم الحشري، مختلف فمن الواضح تعرضهم إلى إصابات حشرية شديدة أدت إلى التآكل التام للجزء السفلي من التمثالين بجانب ذراع السيدة واليد اليمنى للشاب. ومن الواضح أن الإصابة إصابة قديمة تعرضت لها التماثيل أثناء تواجدها بالمقبرة خلال فترة الدفن وأنها نتجت عن أكثر من نوع من الحشرات ويرجع ذلك إلى اختلاف شكل وحجم الأنفاق الداخلية وكيفية ومدى انتشارها داخل الخشب هذا بجانب اختلاف شكل وقطر ثقب خروج الحشرات ونوعية بؤرة الخشب والفضلات الموجودة داخل الأنفاق.

ففي حالة تمثال " الشاب " نجد أن الإصابة الحشرية التي سببت تعرضه للتآكل الشديد تظهر واضحة في قطاع الجسم المنشور على شكل أنفاق متغلغة داخل الخشب تكاد تصل إلى العنق [صور رقم ١٩-٢٢-٩٤] وهي تبدأ متسعة بصورة غير منتظمة ثم يقل اتساعها كلما تعمقت داخل جسم التمثال [صورة رقم (٩٤)]. وعند فحص هذه الأنفاق وجد أنها مملوءة بكميات كبيرة من تربة شبة متماسكة، عثر داخلها على بقايا بعض الأنسلاخات الحشرية التي بفحصها باستخدام الاستريوميكروسكوب والاستريوميكروسكوب وجد أنها خاصة بالهيكل الخارجي لجسم يرقة عائلة الدرستيدي Dermestidae [صورة رقم (٩٥) أ-ب] حيث تتميز بالتالي:

(١) Kingsolver, J. ; Op. Cit, pp. 62-70

جدول (١) : يتضمن ملخص لأهم الحشرات التي يمكن أن تسبب التلف للخشب^(١)

م	الحشرة المسببة للإصابة Name of Insect	الخشب المصاب Wood Attacked	الثقوب السطحية Surface Holes	المخلفات Frass	الأنفاق Tunnels
١	النمل الأبيض White Ants يتبع رتبة متساوية الأجنحة Order : Isoptera ويوجد منه نوعان رئيسيان: * النمل الذي يقيم الأنفاق في التربة. Subterranean Termite * النمل الذي يقيم الأنفاق بالخشب Drywood Termite	يصيب الخشب العصاري والصميمي بكلا من الأخشاب الصلبة واللينة .	لا يوجد ثقوب سطحية .	* خليط من التربة والمواد البرازية. * كريات صغيرة صلبة ذات لهابات مستديرة .	* تتركز جزئيا في اتجاه الحلقات السنوية . * فراغات غير منتظمة لا تتبع الحلقات السنوية.
٢	الأنوبيوم Anobium sp. تتبع رتبة غمدية الأجنحة Order: Coleopterae Family: Anobiida أنوبيدي	تصيب الخشب العصاري بكل من الأخشاب الصلبة واللينة ويمكن أحيانا أن تهاجم الخشب الصميمي في حالة تعرضه إلى أصابة فطرية .	ذات شكل دائري يتراوح قطرها من ١,٦ إلى ٣ مم .	بودرة خشب مع كريات ذات شكل بيضاوي مطول .	تكون عادة في نفس اتجاه الألياف مملوءة بالفضلات ويصل قطرها إلى ٣ مم .
٣	الليكتس Lyctus sp. تتبع رتبة غمدية الأجنحة Order : Coleoptera Family: Lyctidae الليكتيدي	تصيب منطقة الخشب العصاري الذي يحتوي على نسبة عالية من النشا بالأخشاب الصلبة التي تحتوي على أوعية واسعة منتشرة	دائرية الشكل يتراوح قطرها من ٠,٨-١,٦ مم .	مسحوق ناعم الملمس مثل الدقيق .	أنفاق أسطوانية ذات قطر يتراوح من ١- ٢ مم ، توجد بصورة متعددة بشكل غير منتظم وهي عادة ما تكون موازية للألياف الخشب ومملوءة بمسحوق الخشب الناعم .
٤	درمستيس Dermestes sp. تتبع رتبة غمدية الأجنحة Order: Coleoptera Family: Dermestidae وهي تتغذى بصورة رئيسية على المواد الحيوانية الجافة مثل الجلود - الريش - المومياءات - العظام ...	الأصابة بهذه الآفة أصابة عرضية لأنها لا تتغذى على مادة الخشب ولكن تتعامل معه كجزء من البيئة أو عندما يكون على اتصال بمصدر غذائها لذا فهي تتعامل مع جميع الأخشاب .	ذات شكل دائري يتراوح قطرها من ٣-٤ مم .	بودرة متناثرة .	أكثر الأنفاق اتساعا بالمقارنة مع الآفات الأخرى .

^(١)Moore, Jr. H. ; Op. cit., Table 1, pp. 88-89

-Blanchette, A.; "Aguide to wood Deterioration Caused by Microorganisms and Insects", The structural conervation of panel paintings , the Getty Conservation Institute, los Angeles, 1995, Table 2, p.65.

- ذات جسم بنى فاتح أما الرأس فتتميز بلونها الداكن ويوجد بها فم قارض.
- الجسم مغطى بالكامل أو جزئياً بشعيرات داكنة اللون تتواجد بين عقل الجسم وكذا في نهاية العقلة الأخيرة من البطن حيث تظهر على هيئة شعيرات زلية.

وهذه الإصابة تعتبر إصابة عرضية، أي أن الآفة التي تواجدها بالبيئة التي دفن التمثال بها تعاملت معه كجزء من التربة ذاتها إذ أنها من الآفات التي تقيم أنفاق معيشتها بالتربة وبالتالي فإنها تعاملت مع التمثال للإقامة وليس للتغذية.

أما الإصابة الحشرية الثانية التي سببت التآكل بهذا التمثال وإن كان تأثيرها أقل بكثير من الإصابة السابقة، فتظهر مظاهرها على هيئة ثقوب صغيرة مستديرة متقاربة ذات قطر يتراوح من ٠,٥ إلى ١ مم، يوجد بداخلها بوردرة خشب ناعمة ذات لون بني محمر، مما يرجح أن هذه الإصابة من حشرات أما من عائلة اللكتيدي Lyctidae أو الأنوبيدي Anobiidae.

أما في حالة تمثال " السيدة " فتظهر الإصابة على شكل ثقوب تظهر ببيضاوية من الخارج (٤ مم × ٢ مم) إلا أنها تؤدي إلى أنفاق أسطوانية يوجد بداخلها بوردرة ناعمة ذات لون بني محمر تحتوي على أجزاء أسطوانية صلبة [صور رقم (٩٦)]. كما توجد ثقوب أخرى أكبر في الحجم (٧ مم × ٣ مم) تؤدي إلى أنفاق أسطوانية يوجد بداخلها نفس بوردرة الخشب الناعمة السابقة إلا أنها لا تحتوي على أي أجسام أسطوانية.

ويرجح من مظهر التآكل وشكل الثقوب أن الإصابة من حشرات تابعة لعائلة الأنوبيدي Anobiidae أو اللكتيدي Lyctidae أو الاثنين معا . وإن كان الأرجح أنها من عائلة الأنوبيدي ويرجع ذلك إلى حجم الثقوب بجانب وجود أجزاء صلبة من فضلات الحشرات داخل بوردرة الخشب الناعمة وهو ما يعتبر من صفات هذه الحشرة التي تملأ الأنفاق ببوردرة خشب ناعمة وفضلات محببة ذات شكل كروي مستطيل ^(١) [صورة رقم ٩٧]. وتعتبر هذه الحشرة أكثر خطورة من حشرة اللكتيدي.

٤ - الإصابة الميكروبيولوجية:-

يعتبر التدهور الذي يتعرض له الخشب بسبب عوامل التلف المختلفة سواء الميكانيكية أو الفيزيائية أو الكيميائية أبطأ وأقل تأثيراً عند مقارنته بالتدهور السريع الذي ينتج عن الإصابة بالفطريات، إذ أن السليولوز والهيميسليولوز المكونان الرئيسيان للخشب يعتبران مصدر غنى لغذائهما، أما المكون الثالث الهام للخشب وهو اللجنين فلدية بعض الحماية ^(٢) .

والفطريات التي تصيب الأخشاب تحتاج لحياتها إلى الماء كما تحتاج أيضاً كوسيط من أجل توزيع أنزيمات التحلل. لذا فإن الأخشاب ذات المحتوى الرطوبي تحت مستوى تشبييع

^(١) Moore Jr. H. ; Op. Cit., p. 89

^(٢) Nilsson, T. and Daniel G.; " Structure and The Aging Preocess of Dry Archaeological Wood", Archaeological Wood Properties, Chemistry and Preservation, Advance in Chemistry Series 225, American Chemical Society , Washington DC, 1990, p. 67.

الألياف لا تتعرض للتحلل بواسطة الكائنات الحية الدقيقة ، ولهذا يرجع السبب في أن معظم الأخشاب بمصر في حالة جيدة نسبيا نظرا لعدم تعرضها للإصابة بهذه الكائنات بسبب تميز جو مصر بالجفاف . إلا أن الأخشاب المحفوظة في باطن الأرض وداخل المقابر يمكن أن تتعرض إلى فترات من البلل بسبب ظروف طارئة مثل الفيضانات والأمطار أو أى من العوامل التي تسبب رفع الرطوبة مره أو أكثر، وبالتالي فإن الأخشاب خلال هذه الفترات قد تتعرض لهجوم الكائنات الحية الدقيقة. وقد لوحظ من صور وتسجيلات الحفائر أن معظم الإصابة بالفطريات تحدث في أجزاء الخشب المتصلة بأرضية أو حوائط المقبرة إذ أن الرطوبة تتجمع في هذه المواضع. وقد تحدث الإصابة بعد فترة قصيرة من غلق المقبرة حيث تكون جراثيم الفطريات مازالت قابلة للنمو والانتشار. كما قد يساعد وجود الحشرات في مناطق الدفن على تواجده الفطريات وذلك خلال إختراقها للمقابر وإصابتها للأخشاب حاملة معها جراثيم الفطريات ⁽¹⁾ .

وتختلف حالة الأخشاب المصابة بالفطريات حسب نوع الفطر الذي تصاب به وأن كان من أكثر مظاهر الإصابة شيوعاً ترقيق جدران الخلايا مع وجود ثقب وفراغات في جدران ألياف الخشب والتي يمكن ملاحظتها باستخدام الميكروسكوب الضوئي ⁽²⁾ . ويؤدي ذلك إلى تخفيض خاصية المتانة وقدرة الخشب على تحمل الصدمات الواقعة عليه تدريجياً . ويتقدم الإصابة تظهر أول علامات التدهور وهي فقدان في الوزن ويكون ذلك عند فقدان حوالي من ثلث إلى نصف قوى الخشب. أما مقاومة الانتشاء وقوى الضغط فتتفقد بمعدل أبطأ ⁽³⁾ .

وهناك ثلاثة مجاميع رئيسية من الفطريات تصيب الأخشاب وتسبب له العديد من الأضرار وهي فطريات العفن الأبيض والعفن البني والعفن الطري التي تتبع الفطريات المحللة “ decay fungi ” وكلاً من هذه الفطريات تؤثر على محتوى معين بالتركيب الخلوي للخشب وبالتالي فإنها تؤثر بأسلوب مختلف على خواص القوى للأخشاب المصابة ويرجع تأثيرها على هذه الخواص إلى التدهور الأنزيمي لكل من السيليولوز واللجنين ⁽⁴⁾ .

فطريات العفن الأبيض التي تتبع الفطريات البازيدية Basidiomycetes تعمل على تحلل كلا من اللجنين وعديدات التسكر وبالتالي فإن الخشب المصاب يتميز بوجود جيوب أو خطوط بيضاء يطلق عليها عفن الجيوب البيضاء “ White Pocket Rot ” تفصل بينها مساحات من الخشب ذات صلابة متباينة ، وهي المناطق التي تم فيها نشاط الفطر وتشتمل على محتوى عال من السيليولوز ونسبة منخفضة من اللجنين . وقد أثبتت الأبحاث أن فطريات العفن الأبيض تفرز أنزيمات مؤكسدة تعمل على تحلل اللجنين . وفي المراحل المبكرة من الإصابة يتحول لون الخشب إلى اللون القاتم، إلا أنه بتقدم الإصابة يتعرض اللون للإزالة والأبيضاض ويصبح الخشب ذو لون فاتح باهت ⁽⁵⁾ .

(1) Blanchette, R., Haight, J. and Others; “Assessment of deterioration in Archaeological wood from Ancient Egypt” , Journal of The American Institute for Conservation, Volume 33. No. 1, AIC, Washington D.C., 1994, p. 65.

(2) Nilsson, T. and Daniel G.; Op., p. 85

(3) Wermuth, J.A.; “The Measurement of Residual Strength Characteristics in Degraded Wood “, Wooden Artifacts Group Session A.I.C. Annual Meeting Chicago, 1986, the

Wooden Artifacts Group , American Institute for Conservation , U.S.A, 1988, p. 4.

(4) IOC., Cit.

(5) Eaton, R.A., and Hale, M.; Op. Cit., p.91.

وفطريات العفن الأبيض تنمو بصورة رئيسية داخل فراغات الخلايا حيث تكون بكميات كبيرة في المراحل المبكرة من الإصابة ويقل عددها بتقدم الإصابة ، وبوجه عام فإن تواجد الهيفا داخل فراغات الخلايا يكون في هذه الحالة أكثر غزارة عنة في العفن البنى ^(١) . والعفن الأبيض يهاجم الصفيحة الوسطي بجدران خلايا الخشب مسببا ترقيق الجدران بصورة تدريجية بطيئة، مما يحافظ على الشكل العام للخلايا حتى مراحل متقدمة من الإصابة ^(٢) . وفي هذه المراحل يتزايد تآكل الهيفا لتجويف الخلايا مع تزايد الثقوب الناتجة عن حفرها بجانب تزايد حجم النقر، مما يؤدي إلى إضعاف جدران الخلايا وبالتالي تغير طبيعة الخشب حيث يصبح السطح طريا متقلصا ^(٣) [صور رقم (٩٨-٩٩)] .

وتتعامل الرتب المختلفة من العفن الأبيض مع الخشب بمعدلات مختلفة حيث *Polyporus berkelyi* تهاجم اللجنين بمعدل أسرع من مهاجمتها للكربوهيدرات . أما *Polyporus versicolor* فتهاجم كل مكونات الخشب الرئيسية الثلاثة بصورة متماثلة ^(٤) . وبصورة عامة فإن الأخشاب الصلبة تكون أكثر عرضة للإصابة بالعفن الأبيض عن الأخشاب اللينة ^(٥) .

أما فطريات العفن البنى *Brown rot* والتي تتبع الأنواع البازيدية أيضا *Basidiomycetes* فتسبب التدهور لعديد السكريات تاركة خلفها بقايا مادة الجدران التي تتكون بصورة أساسية من لجنيين متحول ذو جوهر بنى حيث يكون التأثير الكيميائي الرئيسي لهذا العفن على اللجنين هو إزالة مجموعات الميثوكسيل الأروماتية مع انشقاق محدود وأكسدة لحلقات البنزين لذا فإن تركيب اللجنين يظهر متماسك نسبيا مما يحافظ على مظهر الأنسجة إلا أن الخشب المصاب يعاني من فقد زائد " للهميسيلولوز وزيادة في الوزن الجزيئي لجزيئات السليولوز ^(٦) . لذا فإن الخشب المصاب بالعفن البنى يتميز في المراحل المتأخرة بجانب اللون البنى القاتم الذي يرجع إلى زيادة اللجنين بة، بفقدان في الوزن يصل لحوالي ٥٠% كما يعاني من إنكماش في الحجم بسبب ظهور عدد من الشروخ بعرض التعريقات تؤدي إلى انفصال أجزاء من طبقة السطح على شكل مكعبات ^(٧) [صورة رقم (١٠٠)] .

وبفحص التركيب الخلوي الدقيق للخشب المصاب بالعفن البنى باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني النافذ وجد أن جدران الخلايا تظهر فقدان عام في التماسك حيث تظهر الجدران الثانوية والصفائح الوسطي متمددة مسامية ومشوهة مما يفقدها شكلها الطبيعي . وفي الإصابة المتقدمة تنفتت جدران الخلايا الثانوية وتتحول إلى كتلة محببة من بقايا الجدران، إلا أن منطقة أركان الخلايا للصفحة الوسطي ^(٨) تظل غير مصابة نسبيا، بينما تظهر العديد من التمزقات بين الخلايا في منطقة الصفيحة الوسطي. ويلاحظ وجود بقايا هيفا الفطر داخل فراغات الخلايا حيث تفرز أنزيمات تحدث ثقوبا بالجدران كما أنها تهضم جدران الخلايا بالأجزاء الخارجية

(1) Ibid., p. 94.

(2) Dodd, R.; "Degradation of Wood" Journal of wood conservation , Vol. 1, No. 1 , spring 1985, the conservation Technology group, U.S.A., 1986, p. 76.

(3) Walker, J.; " Primary wood processing" Chapman and Hall, London, 1993, p. 288.

(4) Wermuth, J.A.; OP. Cit. , p. 4

(5) Eaton, R. and Hale, M., OP. Cit., p. 92

(6) Hedges, J.; "The chemistry of Archaeological wood" Archaeological wood , Advances in chemistry series 225, American chemical society, Washington D.C, 1990, 120.

(7) Florian, M., and other; " The consevation of Artifacts made from plant materials, the paul getly trust, U.S.A., 1990, p. 180.

(8) Blanchette, R., Haight, J. and other; OP. Cit., p.65

للفراغات ^(١) . وبوجه عام فإن جدران خلايا الخشب المصاب بالعفن البنى والتي تتكون بصورة أساسية من لجنين متحول تكون ذات تماسك ضعيف ويصبح من السهل تهشم الخشب أو تحوله إلى مسحوق عند الضغط عليه [صورة رقم (١٠١)].

وهناك أنواع من فطريات العفن البنى مثل *Poria incressata* ذات تأثير مدمر على الأخشاب إذ أنها لا تحتاج إلى رطوبة خارجية فهي تحصل على الرطوبة التي تحتاج إليها من خلال بعض العمليات الحيوية التي تقوم بها ، وهي تتلف الأجزاء الداخلية من الخشب لذا فقد لا يلاحظ وجودها حتى مراحل متقدمة من الإصابة ^(٢) .

وفي حالة إصابة الخشب بالعفن الطري *Soft rot* الذي يعتبر أكثر الأنواع انتشاراً ويصيب الأخشاب المنقوعة في الماء أو المدفونة في التربة ، فأنه يسبب التدهور "العديد السكريات" خاصة الكربوهيدرات بينما يؤثر بصورة معتدلة على اللجنين ^(٣) مؤدياً في المراحل المتقدمة إلى انخفاض ملحوظ في وزن الخشب مع ليونة طبقة السطح وسهولة تأكلها .

ويحتاج العفن الطري الذي ينتمي إلى الفطريات الناقصة *Deuteromycetes* والزقية *Ascomyceter* إلى رطوبة أعلى من العفن الأبيض والبنى ، لذا فهو يفضل الأخشاب ذات المحتوى الرطوبي العالي أو المتصلة برطوبة مرتفعة . وإن كان "Blanchette" ^(٤) ذكر أن الدراسات الحديثة أثبتت أن فطريات العفن الطري يمكن أن تتواجد في الخشب ذي المحتوى الرطوبي المنخفض أو في وسط ذي "أس هيدروجيني" مرتفع . وهو يفضل إصابة خلايا الخشب المتأخر مسبباً حدوث فراغات أو تجايف طولية في طبقات الجدار الثانوي لقصبيات الخشب خاصة منطقة S_2 في الجدار الخلوي ^(٥) حيث يذيب السليولوز تاركاً فراغات ذات شكل مميز تتبع إتجاه الألياف الدقيقة ، يوجد بداخلها بقايا من هيفا الفطر . وقد ذكر "Dodd" ^(٦) أن التدهور الأنزيمي للخشب في هذه الحالة محدد بالمنطقة الملاصقة مباشرة لهيفا الفطر وبالتالي فإن الفراغات الناتجة عن الإصابة تكون مميزة ومنفصلة. ويزداد عدد هذه الفراغات وحجمها في المراحل المتقدمة من الإصابة مع تعرض الصفيحة الوسطي للتمزق وبالتالي تفقد الخلايا الكثير من تماسكها المميز ويصبح الخشب شديد الضعف [صور رقم (١٠٢-١٠٣)]

وفطريات العفن الطري تهاجم طبقة السطح بالخشب تاركة الأجزاء الداخلية بدون تغير، حيث يظهر تأثيرها لعمق يتراوح من ١ إلى ١٠ مم ^(٧) وعند جفاف طبقة السطح تصاب بشروخ وتشققات بطول وعرض التجازيع مما يتسبب عنة انفصال أجزاء من طبقة السطح في صورة قشور ذات شكل يشبه متوازي المستطيلات [صورة رقم (١٠٤)].

(1) Florian, M., and others; OP. Cit., p. 180.

(2) Wermuth, J.; OP. Cit., p. 5

(3) Dodd, R. ; OP. Cit., p. 77

(4) Blanchette, R., Haight, J. and others; OP. Cit., p. 63.

(5) Waker, J.; OP. Cit., p.288

(6) Dodd, R. ; OP. Cit., p. 77

(7) Blanchette, R., Nilsson, T., and Other ; " Biological Degradation of Wood ", Archaeological Wood , Advance in Chemistry, Series 225, The American Chemical Society, Washington D.C, 1990, p.141.

وهناك أنواع أخرى من الفطريات لا تسبب أضراراً جسيمة للخشب كالتى تسببها فطريات التحلل ، إذ إنها تهاجم المواد السكرية والنشوية المخترنة في الفراغات الخلوية لتستمد غذائها منها وبالتالي فهي لاتحدث تدميراً لمكونات الخشب الرئيسية^(١) . ومن أمثلة هذه الفطريات فطريات التبقيع [Stain fungi] التى تهاجم الخشب العصارى وتسبب تعرض الخشب لتغير لونه بسبب تواجد كميات كبيرة من الغزل الفطرى داخل خلايا الخشب وهى قد تؤثر في المراحل المتقدمة على بعض خواص الخشب مثل المتانة والنفذية [صورة رقم (١٠٥)] . والفطريات الصغيرة " Moulds " التى تسبب انخفاض في جودة الخشب ويرجع ذلك إلى نمو الغزل الفطري على السطح مسبباً ظهور مساحات مختلفة الألوان حسب نوع الفطر (أسود - رمادي - أخضر - بنفسجي - أحمر) وهى أقل الفطريات تأثيراً على الخشب. وبصورة عامة فإن إصابة الخشب بهذا النوع من الفطريات يلحقه الإصابة بالأنواع الأخرى الأكثر ضرراً وذلك تبعاً لنظام التتابع في تكوين المستعمرات^(٢) .

وفى بعض الحالات التى تظهر فيها على الأخشاب مظاهر الإصابة بالفطريات قد يكون راجعة إلى تأثير البكتريا Bacteria وليس الفطريات . حيث تتشابه مظاهر الإصابة ببعض أنواع البكتريا مع الفطريات خاصة فطريات العفن البنى والطري. وقد ذكر " Blanchette^(٣) مثلاً على ذلك في إصابة سطح ساق من خشب Pious sylvestris بإصابة متقدمة من بكتريا التآكل [Erosion bacteria] والذي بعد الجفاف ظهرت به العديد من الشروخ العرضية الصغيرة تتشابه مع الشروخ التى تعتبر من مظاهر الإصابة بالعفن الطري والبنى [صورة رقم (١٠٦)] .

وتأثير البكتريا على الأخشاب أقل وأبطئ من تأثير الفطريات وهى تصيب خاصة الأخشاب المغمورة في تربة رطبة أو المغمورة في الماء، حيث تهاجم الجدر الخلوية للخشب وتتلف وحدات النقر. وهى عامة تهاجم عديدات السكر بصورة أقوى من اللجنين وتسبب التدهور للهيمسليولوز أسرع من السليولوز^(٤) .

ويمكن تقسيم البكتريا التى تصيب جدران خلايا الخشب إلى ثلاثة أنواع وهى بكتريا الأنفاق [Tunneling bacteria] التى تهاجم جدران خلايا الخشب مسببة تواجد أنفاق وسرايب تتغلغل في الجدران وهى تسبب في المراحل المتقدمة من الإصابة تغير في لون الخشب عادة إلى اللون البنى الفاتح أو الأصفر الفاتح وتكون هذه المناطق أفتح في اللون عن المناطق المحيطة بها مما يرجح أن البكتريا تسبب إزالة اللون . إذ أنها تسبب تدهور اللجنين المحتوى بالخشب وبالتالي تؤثر على خواص القوى^(٥) [صورة رقم (١٠٧)] .

أما بكتريا التجايف Cavitation bacteria فلها القدرة على تكوين تجايف غير منتظمة مختلفة الأحجام بجدر خلايا الخشب خاصة في طبقة S₂ وتبدأ هذه التجايف صغيرة ثم تزداد في الحجم مع تقدم الإصابة حيث تميل للشكل الطولي . وتكون هذه التجايف بعكس

(١) عبد الوهاب حامد السنباطى ، " علاج وصيانة الأخشاب الأثرية المغمورة في الماء أو المغمورة في تربة رطبة تطبيقاً على عينات خشبية من المركب الأثرى التى عثرت عليها هيئة الآثار بمسطرد سنة ١٩٨٧ " - رسالة ماجستير - جامعة القاهرة - كلية الآثار - قسم الترميم - ١٩٩١ - ص ١٩٤ .

(٢) نسرين محمد نبيل الحديدى ، " علاج وصيانة الأخشاب تطبيقاً على تابوتين بالمتحف المصرى لكلية الآثار " - رسالة ماجستير - جامعة القاهرة - كلية الآثار - قسم الترميم - القاهرة - ١٩٩٧ ص ١١٧-١١٨ .

(٣) Blanchette, R., Nilsson, T. and Others; Op. Cit., p. 167, Fig. 13.

(٤) Hedges, J. ; Op. Cit., p. 122.

(٥) Blanchette, R. Nilsson, T. and Other ; Op. Cit., p.166.

التجاويف الناتجة عن العفن الطرى أكثر أو أقل تعامداً مع المحور الطويل للألياف وهى توجد عادة في منطقة النقر أو جوارها مما يرجح أن الهجوم يبدأ من حجرات النقر Pit chambers . وعادة ما يصاحب وجود هذا النوع من البكتريا الإصابة بالعفن الطرى ^(١) [صورة (١٠٨)]

والنوع الثالث من البكتريا التي تصيب جدران خلايا الخشب هي بكتريا التآكل [Erosion bacteria] والتي تسبب تحول لون الخشب المصاب إلى لون شديد القتامة مع ظهور العديد من الشروخ بطبقة السطح بما يتشابه مع أعراض الإصابة بالعفن الطرى والعفن البنى. بينما المناطق الأقل إصابة تظهر متماسكة في التركيب مع تغير لون الخشب إلى اللون الرمادي. وقد ذكر " Blanchette " ^(٢) أن التدهور الناتج عن وجود هذه البكتريا يتشابه إلى حد ما مع تآكل جدران الخلايا الناتج عن فطريات العفن الأبيض حيث تنمو البكتريا في فراغات خلايا الخشب وتبدأ بمهاجمة طبقة S3 كما في حالة العفن الأبيض. وفي المراحل المتقدمة من الإصابة تتغلغل البكتريا في الاتجاه الطولي لمناطق التآكل بجدران الخلايا والمناطق المجاورة مسببة حدوث تجاويف تظهر في القطاعات الرقيقة مشابهة لتأثير العفن الطرى والخشب المصاب بهذا النوع من البكتريا سواء صلب أو طرى يعانى من فقدان في خواص القوى وذلك في المراحل المتقدمة [صورة رقم (١٠٩)]. وهناك نوع من البكتريا يهاجم وحدات النقر فقط. وهو يظهر في الأخشاب الطرية التي تكون مغمورة في الماء حيث توجه البكتريا هجومها إلى وحدات النقر في القصيات وبرانشيمية الأشعة، أما وحدات النقر في الخشب القلبي فتكون أقل عرضة للإصابة عن الخشب العصارى. وتتسبب هذه البكتريا في زيادة مسامية الخشب ^(٣) [صورة رقم (١١٠)]

وبفحص التماثيل الثلاثة موضوع البحث للتعرف على أي من مظاهر التدهور الناتجة عن التعرض للإصابة الفطرية، وجد أن تمثال "كاعبر" توجد به العديد من الدلائل التي تؤكد تعرضه لأصابة فطرية سابقة حيث:-

• تغير لون الطبقة السطحية للخشب في العديد من المواضع إلى اللون الفاتح بالمقارنة بلسون الخشب الأصلي مع هشاشيتها وليونتها ووجود العديد من الشروخ الشعرية في اتجاه الألياف هذا بجانب سهولة انفصالها عن موضعها. وقد لوحظ أن سطح الخشب أسفل هذه الطبقة يميل للون القاتم مع وجود ذرات دقيقة من مسحوق أبيض اللون يمكن إزالة بسهولة مع اللون القاتم [صور رقم (١١١ ، ١١٢)].

• تحول سطح الخشب داخل الشروخ الطولية المتسعة وفي الأجزاء الداخلية بالتمثال إلى مسحوق ذو لون بنى قاتم سهل الإزالة.

• تحول لون الخشب بقبضة اليد اليسرى إلى اللون القاتم مع تواجد طبقة معتمة تميل للون الرمادي على السطح، هذا بجانب وجود العديد من الشروخ الشعرية الصغيرة في الاتجاه العرضي والطولي. وسطح الخشب في هذه المواضع أصبح ضعيفاً هشاً سهل التحول إلى مسحوق عند الضغط عليه مع سهولة انفصاله على هيئة قشور [صورة رقم (١١٣)]. ومعظم هذا التأثير أنحصر في طبقة السطح التي أختفت في الكثير من المواضع تاركة الخشب أسفلها في حالة جيدة نسبياً.

وقد تم أخذ عينات من الأجزاء التي تظهر عليها مظاهر الإصابة الفطرية بخشب تمثال "كاعبر" حيث تم أعدادها للفحص باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح للتعرف على

(1) Ibid., p. 165.

(2) Ibid., p. 162.

(3) Ibid., pp. 160-161.

وجود الفطريات وكذا التغيرات التي طرأت على التركيب الداخلي الدقيق للخشب. وقد أثبت الفحص وجود غزل فطري كثيف داخل الجدر الداخلية للخلايا البرانشيمية وذلك في القطاع العرضي المماسي [صورة رقم (١١٤ أ ب)] وكذا داخل فراغ الأشعة النخاعية المنتهكة الجدر في القطاع الطولي القطري [صورة رقم (١١٥ أ ب)].

كذا لوحظ في القطاع العرضي لعينة الخشب ذو اللون الفاتح حدوث شبه انفصال بين الصفيحة الوسطي والجدار الثانوي لخلايا قصيبات الخشب المتأخر ذو الجدران السمكية والكثافة العالية مع وجود فراغات مختلفة الأشكال والأحجام في طبقات الجدران الثانوية بما يتشابه مع مظاهر الإصابة ببكتريا الأنفاق [Tunneling Bacteria] التي ذكرها "Blanchette" ^(١) وآخرين من الباحثين في هذا المجال [صور رقم (١١٦-١١٧)]. وبفحص عينة أخرى من الخشب المتحول لوحظ أن الأوعية الصغيرة والألياف قد أصابها الانهيار والانكماش بينما الأوعية الكبيرة ظلت في وضع أفضل هذا بجانب تعرض الأنسجة بصورة عامة للتشوه والضغط بسبب الإصابة الفطرية التي تظهر هيفاتها داخل الأوعية.

كذلك تم أخذ عينات غير متلفة من تمثال الشاب والسيدة بالرغم من عدم تواجد أي مظاهر واضحة للإصابة الفطرية، وقد تم فحص هذه العينات باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح. حيث لم يعثر على أي تواجد فطري ظاهر في عينات الشاب أما في حالة العينات المأخوذة من أخشاب تمثال السيدة فقد شوهد تواجد غزل فطري كثيف داخل أوعية الخشب ذات التغلظ المنقر وذلك في المسقط الطولي القطري [صورة رقم (١١٨)]، بجانب تواجد بعض الجراثيم داخل فراغ الخلايا البرانشيمية ذات الجدر الرقيقة والنقر البسيطة. كما تعرف على وجود العديد من الجراثيم ذات الشكل الكروي منفردة أو في مجاميع داخل فراغ أوعية الخشب الثانوي ذو التغلظ السلمي المنقر [صورة رقم (١١٩)]. أما في المسقط الطولي القطري فقد لوحظ تفكك صفوف الخلايا البرانشيمية نتيجة لاختفاء الصفائح الوسطي بجانب ظهور تهتك في الطبقات الخارجية للجدار السليلوزي الذي انفصل على هيئة أغشية رقيقة، مما يؤكد تعرض تمثال السيدة إلى الإصابة الفطرية [صورة رقم (١٢٠)].

وللتعرف على أنواع الفطريات المسببة للإصابة بالتماثيل الثلاثة تم إجراء فحص ميكروبيولوجي لخشب التماثيل عن طريق أخذ مسحات وعينات من مواضع متفرقة بالتماثيل خاصة المواضع التي تظهر بها دلائل الإصابة. حيث تم وضع هذه العينات والمسحات داخل أنابيب زجاجية معقمة في جهاز "Autoclave" ثم تم عمل مزارع فطرية لها ومن خلال فحص هذه المزارع تم التعرف على أنواع الفطريات الموجودة بكل من التماثيل الثلاثة.

ونظرا لأن تمثال "كاعبر" هو أكثر المجموعة تعرضا للتدهور بسبب الإصابة بالفطريات لذا تم عمل مزارع للعينات المأخوذة منه على مرحلتين. المرحلة الأولى تمت خلال فترة الشتاء حيث أخذت العينات من التماثيل أثناء تواجده في فترينة العرض قبل البدء في أعمال ترميمية، كما تم أخذ مسحة من الهواء الموجود داخل فترينة العرض المغلقة للتعرف على الفطريات المتواجدة في الوسط المحيط بالتماثيل والجدول التالي [جدول رقم (٢)] يوضح مواضع العينات التي تم عمل مزارع لها.

^(١) Ibid., p. 141.

-Blanchette, R. ; "Biodeterioration of Archaeological Wood", Biodeterioration Abstracts, Vol. 9, No. 2, CAB International , USA, 1995, pp.123-124, Fig. 10A.

-Blanchette, R.; "A Guide to Wood Deterioration Caused by Microorganisms and Insects", The Structural Conservation of Panel Paintings, the Getty Conservation Institute , Los Angles, 1995, pp. 61-62, Fig. 5a.

جدول رقم (٢)

الأثر	رقم العينة	موضع العينة
تمثال "كاعبر" (٣٤ كتالوج)	١	من الطبقة المتحولة ذات اللون الفاتح بظهر النقبه.
	٢	من السطح الخلفى للساق اليسرى.
	٣	مسحة من داخل التشققات الموجودة بالظهر.
	٤	مسحة من الجانب الأيمن للجسم أسفل الذراع.
	٥	عزل من الهواء الجوى داخل فتريضة العرض الخاصة بالتمثال.

وقد تم عمل مزارع لهذه العينات والمسحات في معامل الميكروبيولوجى بمركز البحوث والصيانة التابع للمجلس الأعلى للأثار حيث زرعت هذه العينات في المعمل مرة على بيئة تشابك Czapek's Medium التي تحتوى على السكرز كمصدر كربونى والمكونة من :-

- سكرز ٣٠ جرام
- نترات الصوديوم NaNO_3 ٢ جرام
- فوسفات البوتاسيوم الهيدروجينية KH_2PO_4 ١ جرام
- كبريتات الماغنسيوم المائية $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ٠,٥ جرام
- كلوريد البوتاسيوم KCl ٠,٥ جرام
- كبريتات الحديدوز المائية $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ٠,٠١ جرام
- ماء صنبور ١٠٠٠ جم ٣

ومرة أخرى تم زرع جميع العينات على البيئة Malt المكونة من :

- آجار Agar ٢٠-١٥ جرام
- مالت Malt ١٥ جرام
- ماء ١٠٠٠ سم ٣

• وقد تم تحضين الأطباق المزروعة عند درجة حرارة ٢٨-٣٠ ° لمدة تتراوح من ٥ إلى ٧ أيام وبانتهاء فترة التحضين فحصت الأطباق لحصر مستعمرات الفطريات المتواجدة ، حيث تم دراسة لون المزرعة وشكلها بالعين المجردة ثم تم فحصها ميكروسكوبياً لتحديد نوع الميسليوم وتكوين الجراثيم وشكلها وتواجد الحوامل الجرثومية ونوعها وذلك باستخدام المراجع الخاصة بالتصنيف وقد أعطت جميع العينات نتائج فى البيئتان المستخدمتان [صور رقم ١٢١-١٢٢-١٢٣-١٢٤] .

والجدول التالى [جدول رقم (٣)] يوضح الفطريات التى تعرف عليها عند عمل مزارع لعينات ومسحات من تمثال "كاعبر" الموضحة بالجدول رقم (٢) وذلك على وسط Malt ووسط تشابك ^(١)GZ . وقد تم عمل هذه المزارع بمعامل الميكروبيولوجى بمركز البحوث التابع للمجلس الأعلى للأثار .

الفطر المتواجد Genera & Species	رقم العينة. Sample No.				
	1	2	3	4	5
Asp. flavus	+	+	-	+	+
Asp. niger	+	-	-	-	+
Asp. sulforous	-	+	+	-	+
Asp. sp.	+	+	+	+	+
Alternaria	-	+	-	-	+
Cladosporium	-	-	-	+	+

* لا يوجد "Negative" : -

* يوجد "Positive" : +

أما المرحلة الثانية للفحص الميكروبيولوجي لعينات تمثال كاعبر فقد بدأت خلال فترة الصيف بعد استلام التمثال للبدأ في عمليات الترميم حيث أخذت عينات من مواضع الإصابة بالتمثال وتم عمل مزارع لها في معامل الميكروبيولوجي بقسم النبات - كلية العلوم - جامعة أسيوط، والجدول التالي [جدول رقم (٤)] يوضح مواضع هذه العينات بالتمثال الثلاثة.

الأثر	رقم العينة	موضع العينة
تمثال "كاعبر" (٣٤ كتالوج)	١	من الطبقة المتحولة بالجانب الأيسر للجسم .
	٢	من الطبقة المتحولة بالجانب الأيمن للجسم .
	٣	مسحوق خشب قائم اللون من داخل شرخ بالجانب الأيسر للجسم .
	٤	مسحوق خشب قائم اللون من داخل الشرخ العميق بالجانب الأيسر للنقبة من الأمام .
	٥	من الطبقة المتحولة ذات اللون الفاتح بالسطح الخلفي للساق اليسرى .
	٦	من الطبقة القائمة باليد اليسرى .
	٧	من جانب الساق اليسرى .
تمثال الشاب (٣٢ كتالوج)	٨	من داخل التآكل الحشري بالجسم .
تمثال السيدة (٣٣ كتالوج)	٩	من داخل التآكل الحشري بالشعر المستعار من الخلف.

وقد زرعت العينات مرة على وسط " السليلوز والآجار " ومرة أخرى على وسط " الجليكوز وتشابك " وذلك عند درجة حرارة ٢٥م ° . والجدول رقم (٥-٦) تتضمن أنواع الفطريات التي تم عزلها من عينات التماثيل الثلاثة. بينما الجدول رقم (٧) يوضح النتيجة النهائية للدراسات التي أجريت للتعرف على الفطريات المتواجدة بالتماثيل الثلاثة .

جدول (٥) : يوضح الفطريات التي تعرف عليها عند عمل مزارع لعينات التماثيل على وسط (سليولوز - آجار) عند درجة حرارة ٢٥ م ° (١).

Genera and Species الفطر المتواجد	Sample No. رقم العينة							تمثال	تمثال
	تمثال " كاعبر " (٣٤)							الشاب	السيدة
								(٣٢)	(٣٣)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Asp. flavus	-	-	-	-	+	-	-	+	-
Asp. fumigatus	+	-	-	-	-	-	-	-	+
Asp. niger	+	+	-	+	-	+	+	+	+
Asp. sydowii	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Acremonium strictum	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Alternaria alternata	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Cladosporium herbarum	+	-	-	-	-	-	-	-	-
C.sphaerospermum	-	-	-	-	-	+	-	+	-
Penicillium stekii	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Trichothecium roseum	-	-	-	-	-	+	-	-	-

+ = " Positive " يوجد

- = " Negative " لا يوجد

(١) تم عمل المزارع بمعامل الميكروبيولوجى بقسم النبات - كلية العلوم - جامعة أسيوط .

جدول (٦) : يوضح الفطريات التي عثر عليها عند عمل مزارع لعينات التماثيل على وسط (جليكوز-تشابك) عند درجة حرارة ٢٥ م°^(١).

Genera and Species الفطر المتواجد	Sample No. رقم العينة							تمثال الشباب (٣٢)	تمثال السيدة (٣٣)
	تمثال " كاعبر " (٣٤)							8	9
	1	2	3	4	5	6	7		
Asp. chevalieri	-	-	-	-	+	-	+	-	-
Asp. flavus	-	-	-	-	-	-	+	-	+
Asp. fumigatus	-	-	+	-	+	-	-	-	-
Asp. niger	+	-	+	+	-	-	-	+	-
Asp. sydowii	-	+	-	-	-	-	-	-	+
Asp. versicolor	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Alternaria alternata	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Cladosporium herbarum	-	-	-	+	-	-	+	-	-
Emericella ccluinulatus	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Epicoccum purpurascence	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Fusarium oxysporum	-	-	-	-	-	-	-	-	+
F.solani	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Penicillium stakii	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Verticillium sp.	-	+	-	-	-	-	-	-	-

+ : " Positive " يوجد

- : " Negative " لا يوجد

^(١) تم عمل المزارع بمعامل الميكروبيولوجى بقسم النبات - كلية العلوم - جامعة أسيوط .

جدول رقم (٧) : النتائج النهائية للفطريات التي تم التعرف عليها بالتماثيل
الثلاثة المختارة^(١)

تمثال كاعبر (٣٤)	تمثال الشاب (٣٢)	تمثال السيدة (٣٣)	الفطر المتواجد	تأثيره على الأخشاب
+	-	-	Asperigillus :	تتبع فطريات النواقص Imperfecti وتسبب تكون كمية كبيرة من الجراثيم الملونة على سطح الخشب ، وهي قليلة
+	+	+	A. chevalieri	الخطورة بالمقارنة بالفطريات الأخرى المحللة للأخشاب ويسبق وجودها وجود
+	-	+	A. flavus	الفطريات المحللة للسليولوز طبقا لنظام التتابع
+	+	+	A. fumigatus	في تكوين المستعمرات وتوجد بصورة عامة
+	+	+	A. niger	على الأخشاب التي تكون على اتصال بالأرض
+	+	+	A. sydowii	
+	+	+	A. versicolor	
+	+	+	A. sulfurous	
+			Acremonium strictum	من الفطريات الناقصة .
+			Alternaria alternata	من الفطريات المحللة للسليولوز والتبقيع وهي تتبع فطريات النواقص .
+			Cladosporium :	يتبع فطريات النواقص وهو يهاجم السليولوز
+	+		C. herbarum	ويسبب تبقيع الخشب خاصة التبقيع الأزرق
+	+		C. sphaerosperamum	القائم .
+	+		Emericella ccluinulotus	من فطريات التبقيع وهي تتبع
+			Ascomycetes	الذي تسبب بعض الكائنات التابعة له الإصابة بالعفن الطرى .
+			Epicoccum purpurascence	من فطريات التبقيع التي تتبع فطريات النواقص .
+		+	Fusarium :	من الفطريات المحللة للسليولوز وهي تتغذى
+		+	F. oxysporum	على محتويات الخلية Cell sap وتتبع
+		+	F. solani	فطريات النواقص وتسبب تلون الخشب بلون وردي متدرج الى بنفسجي .
+			Penicillium stekii	يتبع فطريات النواقص وهو يسبب تحلل السليولوز ويعتبر من فطريات التبقيع إذ يكون مستعمرات خضراء على الخشب نتيجة لتجمعات جراثيمية . .
+			Trichothecium roseum	من الفطريات التي لا توجد بصورة عامة بمصر ويتعرف عليها في المنتجات النباتية المستوردة .
+			Verticillum sp.	من فطريات التبقيع وهو يتبع فطريات النواقص .

• يوجد [Positive] + :

• لا يوجد [Negative] - :

^(١)Campbell, M. and Others ; "The Medical Mycology Handbook", Awiley Medical Publication, N.Y., 1980.

- Pitt, J. and Hocking, A. ; "Fungi and Food Spoilage", Academic Press, Sydney, 1985.

الباب الثالث

الدراسات التجريبية
على مختارات من أهم المواد
المستخدمة في ترميم
الأخشاب الجافة

الدراسات التجريبية على مختارات من أهم المواد المستخدمة في ترميم الأخشاب الجافة

لترميم التماثيل الخشبية المختارة إستلزم الأمر إجراء عمليات تقوية باستخدام إحدى مواد التقوية مع إجراء عمليات التقوية التدعيمية باستخدام أحد المخاليط المائية التي تتناسب مع طبيعة الأخشاب ، ولإختيار أنسب المواد والمخاليط للقيام بهذه العمليات تم إجراء العديد من الأختبارات والدراسات النظرية والعملية لتحديد خصائص وسلوكيات مختارات من المواد المستخدمة في مجال ترميم الأخشاب مع تطبيق إستخدامها على أخشاب متقدمة للتعرف على تأثيرها على التركيب الداخلى الدقيق للخشب المتقدم ومدى تأثيرها على خصائصه المميزة وبذا يمكن المفاضلة بينها لإختيار ما يتناسب مع متطلبات عمليات ترميم التماثيل الخشبية المختارة بما يتضمن الاستمرارية .

وقد أنقسمت الدراسات والأختبارات التي أجريت إلى الثلاثة عمليات التالية :

أولاً : دراسات عمليات التقادم.

ثانياً : دراسات وأختبارات مواد التقوية.

ثالثاً : الدراسات التجريبية للمواد والمخاليط المائية.

أولاً : دراسات عمليات التقادم

التقادم هو تعرض المواد إلى العديد من مظاهر التدهور خلال فترات من الزمن بسبب العديد من العوامل ، ويمكن تعريف هذا التدهور بالتغيرات التي تطرأ على هذه المواد مسببة تأثير غير ملائم على خواصها ، كما يمكن التعبير عنه بأى تغير كميائى يطرأ على تركيب هذه المواد ، وينتج عن تعرض فيلم مواد التقوية للتدهور العديد من المظاهر من أهمها :

- التغير في اللون.
- تأثير خاصية المرونة وزيادة قابلية التقصف.
- فقدان لمعة السطح وتحوله في بعض الحالات إلى المظهر الطباشيري .
- ظهور صدوع دقيقة.
- انبعاث مواد طيارة من نواتج التدهور ذات التأثير الضار.
- تغير في قابلية الذوبان والإزالة.
- اختلاف قيمة الأس الهيدروجيني [PH].
- الميل في بعض الحالات للزوجة (دبق).

أ (العوامل التي تسبب تدهور المواد خلال عمليات التقادم : (1)

تنتج مظاهر التدهور السابقة التي تتعرض لها المواد خلال عمليات التقادم من تأثير بعض العوامل التي من أهمها :

(1) Mc Neill,C.;“Fundamental Aspects of Polymer Degradation”,’Polymers in Conservation , Royal Society of Chemistry ,Cambridge, 1992,pp.14-32.

١- الحرارة : Heat [Thermal Degradation]

يمكن لجميع البوليمرات أن تتعرض للتدهور في مرحلة ما إذا ما ارتفعت درجة الحرارة بمقدار كاف مما يؤدي إلى عدم ثباتها وتختلف معدلات هذه الدرجة من بوليمر إلى آخر فكلوريد البولي فينيل يتعرض للتغير في اللون بسبب التدهور الحراري تحت درجة ٢٠٠°م بينما مادة Polytetrafluoroethylene تكون ثابتة لحوالي ٥٠٠°م .

٢- الضوء : Light[Photo Degradation]

يمتد طيف طاقة شعاع الشمس الذي يصل لسطح الأرض من منطقة الأشعة فوق البنفسجية (٢٩٠nm) إلى منطقة الأشعة تحت الحمراء (١٤٠٠nm) ولايتوفر لكل من الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء الطاقة الكافية لكسر روابط البوليمرات إلا أن الضوء فوق البنفسجي ذو أطوال الموجات أقل من ٤٠٠ nm (نانوميتر) يكون ذو طاقة كافية لكسر هذه الروابط مسبباً تعرض العديد من البوليمرات للتدهور وبوجه عام فإن البوليمرات تكون أكثر تأثراً بالأشعة ذات الطاقة العالية مثل أشعة أكس .

٣- الغازات الجوية : Atmosphere [Atmospheric Degradation]

تتعرض البوليمرات للتدهور نتيجة للهجوم الكيميائي بواسطة الغازات الموجودة في الجو المحيط ، فالأكسجين يمكن أن يسبب تعرضها للأكسدة في درجة الحرارة العادية وفي غياب الضوء فوق البنفسجي ، إلا أن المعتاد أن يحدث التدهور نتيجة للتأثير المشترك لكل من الأكسدة والحرارة أو الضوء . وعامة فإن البوليمرات المحتوية على ذرة هيدروجين في سلسلتها أو مجموعات ميثيلين أو ميثان أو المنشطة عن طريق عدم التشبع تكون أكثر عرضة للتدهور بسبب الأكسدة .

كما يمكن للأحماض الناتجة عن تواجد كلاً من ثاني أكسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكبريت اللذان يعتبران من المكونات الهامة للتلوث الجوي أن يتسببا في تعرض البوليمرات الثابتة للتحلل المائي . أما الأوزون الذي يوجد بنسبة قليلة في الهواء فيعتبر عامل تدهور فعال لتركيب بعض البوليمرات .

٤- التميؤ : Hydrolysis

يمكن أن تتعرض البوليمرات الصناعية التي تحتوي على الأسترات ، الأميدات ، اليوريثان والمحتوية على روابط الكربون ، وكذا في حالة عديدات السكريات الطبيعية والبروتينات إلى التدهور بسبب التميؤ والذي يزيد تأثيره عند توفر ظروف الرطوبة المناسبة مع أس هيدروجيني أقل من ٧ .

٥- التدهور انبيولوجي : Biodegradation

للكائنات الحية الدقيقة القدرة على مهاجمة معظم البوليمرات الطبيعية وبعض البوليمرات الصناعية خاصة التي تتميز بتركيب محفز لهجوم هذه الكائنات كالبولي أسترات الأليفاتية Aliphatic Polyesters والبولى أثير Polyethers والبولى يوريثان

Polyurethanes والبولى أميد Polyamides وذلك فى حالة توفر الظروف الملائمة للنمو . فالفطريات تحتاج لنموها إلى توفر الأكسجين مع ظروف حامضية (PH. ٤,٥ - ٥) ودرجة حرارة حوالى ٣٥° م ، أما البكتيريا فتفضل ظروف أقل حامضية (PH. ٥-٧) وتنشط فى مجال أوسع من الحرارة يصل لحوالى ٦٠° م كما يمكن لها أن تنمو فى وجود أو غياب الأكسجين .

ويتوقف تأثير التدهور البيولوجي على البوليمرات على طول السلاسل وتفرعاتها إذ أن البوليمرات ذات السلاسل الطويلة القصيرة تكون أكثر عرضة للإصابة عن ذات السلاسل الطويلة المتفرعة . وفى حالة تعرض البوليمرات المقاومة للإصابة للتأكسد الضوئى الذى يسبب تخفيض حجم السلاسل فإنها تفقد هذه المقاومة وتصبح عرضة للإصابة .

والجدول التالى [جدول رقم (٨)]^(١) يتضمن نتائج دراسة قام بها "Mc Neill" لتوضيح تأثير العوامل السابقة على قابلية بعض البوليمرات للتدهور والتى تتزايد من صفر إلى ٤ .

البوليمرات	التدهور البيولوجي	التأكسد الضوئى	الأوزون	التميؤ	الانحلال الحرارى
POLYMER	Bio-degradation	Photo-oxidation	Ozone	Hydrolysis	Thermal Degradation
polyethylene	1	3	1	0	2
polypropylene	0	4	1	0	2
natural rubber	1	4	4	0	2
polystyrene	1	3	1	0	2
poly(vinyl chloride)	0	3	0	1	4
poly(vinyl acetate)	2	3	0	4	3
poly(vinyl alcohol)	3	1	0	0	4
poly(methyl acrylate)	1	3	0	1	2
poly(methyl methacrylate)	0	2	0	1	3
poly(ethylene terephthalate)	1	1	1	1	2
bisphenol A polycarbonate	0	3	2	1	1
polytetrafluoroethylene	0	0	0	0	0
polyamide (Nylon-6)	2	2	2	2	2
polyurethanes	2-4	3	1	1	3
polypeptides	4	2	2	2	2
alkyd resins		2	2	1	2
epoxy resins		2	1	1	2
cellulose	3	2	0	2	2

(1) Mc Neill, C. ; Ibid.,p. 31.

ب- التقادم المسرع Accelerated Ageing :

يعتبر الثبات من المتطلبات الأساسية التي لا بد أن تتوفر في مواد الترميم المستخدمة في مجال الآثار وذلك لفترة لا تقل عن ٥٠ عاماً وقد ذكر " Feller " ^(١) أن مواد الترميم المناسبة للاستخدام في مجال الآثار يجب ألا تفقد أكثر من ٢٠% من خواصها الأساسية خلال ١٠٠ عام من التعريض للظروف العادية بالمتاحف .

ولكى يمكن دراسة سلوك هذه المواد خلال عمليات التقادم لجأ إلى استخدام التقادم المسرع لإسراع عمليات التدهور البطيئة التي تتعرض لها المواد لمعدل يمكن أن يقاس ويدرس بسهولة ، وبالتالي فهو محاولة للحصول في وقت قصير على نفس التأثير الحادث في فترة طويلة من التقادم الطبيعي . وقد تم تحقيق ذلك عن طريق زيادة الطاقة المسببة للتقادم بالاستخدام المكثف للحرارة والضوء .

وقد أجرى في الكثير من المراكز العلمية والمعاهد المتخصصة العديد من الدراسات والاختبارات على عمليات التقادم المسرع المختلفة للتعرف على سلوك المواد خلالها وأنسب الظروف التي تعطى أقرب نتيجة للتقادم في الظروف المتحفية الاعتيادية . ويمكن تقسيم أهم عمليات التقادم المسرع إلى ما يلي :

١- التقادم الطبيعي : Natural Ageing

يتم بالتعريض إلى العوامل السابقة التي تسبب تدهور المواد وذلك في الظروف الطبيعية الاعتيادية ولكن بصورة مكثفة ، ويفضل إجراءه باستخدام واحد من هذه العوامل مع تجنب توفر العوامل الأخرى حتى يمكن التعرف على تأثير كل عامل بصورة محددة .

وقد أجرى المعهد الكندي للترميم Canadian Conservation Institute ^(٢) تقادم طبيعي في الظلام لمدة خمس سنوات على مختارات من الراتنجات داخل خزانات مغلقة ، مغلفه من الداخل بالملامين عند درجة حرارة ٢٢° م ورطوبة بنسبية ٤٥% حيث وضعت العينات على أرفف مثقبة داخل الخزانات مع استخدام مروحة لتحريك الهواء لمنع تراكم أي انبعاثات كيميائية غير مرغوب فيها .

^(١)Feller, R.L. ; " Standards in the Evaluation of Thermoplastic Resins",
Paper Delivered at the Fifth Triennial Meeting of the
International Council of Museums Committee for
Conservation , Zegreb, 1978 ,p.78\16\4\19 .

^(٢)Down,J., and Others ; " Adhesive Testing at the Canadian Conservation
Institute-An Evaluation of selected Poly Vinyl Acetate and
Acrylic Adhesives " , Studies in Conservation, No. 41, The
Journal of the International Institute for Conservation ,
U.S.A., 1996 , pp. 19:44 .

كما قام " Howells " ^(١) وآخرون بإجراء عمليات تقادم تحت تأثير ضوء الشمس، عن طريق وضع مجموعة من العينات داخل صندوق مغلق ذو واجهة زجاجية عند درجة حرارة ٤٥° م ، ورطوبة نسبية من ٤٥ إلى ٦٥% ، مع إضافة مادة السليكاجيل والفحم المنشط لإمتصاص غازات التلوث . وقد تم تعريض العينات للضوء من خلال ثلاثة أنواع مختلفة من المرشحات وهى : الزجاج ، VA Perspex ، V E Perspex (بولى ميثيل ميثاكريلات) . كما تم إضافة مجموعة من العينات داخل صندوق الاختبار حفظت فى الظلام حتى تستخدم فى المقارنة . وقد أستمر الاختبار لحوالى ١١٠ يوم فى الصيف ليتم الوصول إلى تأثير يقابل ١٠٠ عام من التعريض لحوالى ١٥٠ لوكس داخل القاعات المتحفية .

كذلك قامت نفس المجموعة بإجراء عمليات تقادم طبيعى على مجموعتين من العينات تحت ظروف مختلفة ، حيث حفظت مجموعة فى مكان مظلم غير مكيف مما أدى إلى تعرضها أما لمستوى عال من الجفاف أو مستوى عال من الرطوبة ، أما المجموعة الثانية من العينات فعرضت للضوء الطبيعى من خلال زجاج بحيث وصل مستوى الإضاءة إلى حوالى ٤٠٠ لوكس . وقد حفظت كلاً من المجموعتين فى درجات حرارة الغرفة العادية (١٠ - ٢٥° م) .

٢- التقادم الضوئى Light Ageing :

هو الأسرع بالتفاعلات التى يمكن أن تحدث عند التعرض إلى النوعيات المختلفة من الضوء خلال فترة من الزمن . ويتم فى هذا النوع من التقادم تثبيت نوعية الضوء المستخدم حتى يمكن تحديد تأثيره خلال هذه العمليات بدون تدخل تأثير نوعيات الضوء الأخرى ، ويستخدم فى هذا التقادم مستوى إضاءة موضعى لكل من الضوء المرئى والضوء فوق البنفسجى .

وقد أجرى كلاً من " Blackshaw " " Ward " ^(٢) تقادم ضوئى مسرعاً باستخدام لمبات الفلوريسنت التى تعطى شدة إضاءة ٤٠٠ لوكس عند مسافة ٣٠ سم حيث مستوى الضوء الذى تتعرض له الآثار بالمتاحف يكون حوالى ١٥٠ لوكس . وقد روعى خلال هذه الاختبار أن يكون التعرض مستمراً خلال فترة التقادم .

(1) Howells , R., and Others ; "Polymer Dispersions Artificially Aged", Adhesives and Consolidants, IIC, London , 1984, pp. 36-37.

(2) Blackshaw, S., and Ward, S.; " Simple Tests for Assessing Materials for Use in Conservation ", The Proceedings of the Symposium Resins in Conservation , Scottish Society for Conservation and Restoration, U.K., 1983, pp. 2-1, 2-15.

كما أجرى المعهد الكندي للترميم (1) Canadion Conservation Institute عمليات تقادم على مختارات من الراتنجات المستخدمة فى مجال الترميم تحت تأثير ضوء الفلورسنت (40 Watt Duro Test Vita - Lite Fluorescent light) وذلك عند شدة أضواء من ٧٠٥ إلى ٨٠٠ لوكس ، ١٩٠ ميكرووات / ليومن ، ودرجة حرارة ٢٢° م ، ورطوبة نسبية ٤٥% ، حيث وضعت عينات أفلام المواد الجافة أعلى أرفف يوجد أعلاها لمبات فلورسنت بطول ٥٠ سم مع إستخدام حواجز لتقليل كثافة وعدم انتظام توزيع الضوء وذلك داخل خزانات محكمة الغلق يوجد بداخلها مراوح لمنع تراكم أى أنبعاثات كيميائية ، وتم تعريض العينات بصورة مستمرة للضوء لمدة خمس سنوات . وبذا تم الحصول على نتيجة تتماثل مع ١٥ عام من التعريض بالمتاحف عند شدة أضواء من ٧٠٠ إلى ٨٠٠ لوكس ، ١٩٠ ميكرووات / ليومن أو ٥٠ عام من التعريض عند ٢٠٠ لوكس ، ١٩٠ ميكرووات / ليومن أو ٢٠٠ عام من التعريض عند ١٥٠ لوكس ، ١٩٠ ميكرووات / ليومن .

أما " Shashoua " (٢) فقد أجرى تقادم ضوئى على الأفلام الجافة لمجموعة من الراتنجات بإستخدام لمبات ٥٠٠ وات المغطاة بالفسفور (Phosphor coated bulb) والتي تعطى نفس تصنيف أطوال موجات ضوء النهار الطبيعى ولكن بمعدل كثافة أكثر ٢٠٠ مرة .

كما قام " Howells " (٣) وآخرون بإجراء تقادم ضوئى على مجموعة من العينات عند درجة حرارة من ١٢ إلى ١٨° م لعزل تأثير الحرارة مع إستخدام لمبات فلوسنت Graphic A47 Philips التى تعطى إنبعاثات مقاربة لضوء الشمس النافذ من الزجاج وقد أستمرت عمليات التقادم حتى تم الحصول على تأثير مماثل للتعريض لشدة ضوء ١٥٠ لوكس لمدة ١٠٠ عام .

ولتحديد مقاومة المواد لتكوين روابط مزدوجة أجرى كلاً من " Zeliger " (٤) و " Berger " عمليات تقادم على مجموعة من عينات لرواق مصبوبة على صفائح من الألومنيوم بتعريضها إلى لمبات RS - Type Sunlamp وذلك لمدة ٢١ يوماً ، وقد أجرى " Feller " (٥)

(1) Down, J., and Others; Op. Cit ., p. 22.

(2) Shashoua, Y.R. ; "Mechanical Testing of Resins for Use in Conservation " ICom Committee for Conservation , 10 Th. Triennial Meeting , Washington , 1993, p. 581

(3) Howells, R., and Others ; Op.Cit., p.37.

(4) Berger, G., and Zeliger, H.; " The Procedure of Developing an Adhesive for Paintings, The Importance of Valid Tests", Adhesives and Consolidants, I I C., London , 1984, p. 15.

(5) Feller, R., and Curran, M.; Solubility and Cross linking Characteristics of Ethylene\ Vinylacetate Copolymers , " Bulletin of the American Group, I I C. 11, London , 1970 , pp.42-45 .

اختبار مشابه ولكن لمدة ١٦٠ يوماً ، وتتعرض المواد خلال عمليات التقادم الضوئي السابقة إلى العديد من التغيرات في خواصها المميزة خاصة اللون والذوبان والمرونة كما يمكن أن تتعرض للتغير في الوزن الجزيئي^(١)

٣- التقادم الحراري : Heat Ageing

يستخدم التقادم الحراري لإسراع أي تفاعل يمكن أن يحدث في ظروف الحرارة خلال فترة من الزمن ، ويجري هذا التقادم في الظلام عند معدلات مختلفة من درجات الحرارة والرطوبة النسبية ، وقد ذكر " Shashoua " ^(٢) أن أكثر درجات الحرارة استخداماً في هذا النوع من التقادم هي ٧٠°م ، ١٠٠°م إلا أنه اقترح تفضيل التقادم عند درجة حرارة ٧٠°م لأنه يوضح بصورة أفضل التغيرات التي تطرأ على المواد خلال فترة ٥٠ عام ، وقد أجرى المتحف البريطاني عمليات تقادم عند درجة حرارة ٧٠°م \pm ١°م وذلك في أفران التسخين بالحمل الحراري Convection Oven .

أما " Howells " ^(٣) وآخرون فقد أجروا مجموعة من اختبارات التقادم الحراري في الظلام على مجموعتين من العينات ، الأولى عند درجة حرارة ٨٣°م لمدة ٥٠ يوماً والثانية عند درجة حرارة ٩٥°م لمدة ٥٠ يوماً وذلك للتعرف على مدى الاختلاف في مظاهر التدهور عند اختلاف درجات الحرارة ، وقد استخلص من هذه التجارب أنه كلما ارتفعت درجات الحرارة كلما زاد ميل المواد للأصفرار وأن التقادم الحراري يسبب تغيراً في اللون أكثر من التقادم الضوئي .

كذلك أجرى كلا من " Blackshaw " ، " Ward " ^(٤) عمليات تقادم حراري على مختبرات من مواد الترميم حيث قاما بحساب العلاقة بين درجات الحرارة والزمن في حالة معرفة مقدار الطاقة المنشطة Activation Energy وأعطيا كمثال على ذلك عند توفر طاقة منشطة تبلغ 60 KJ \ mol (حيث K = معدل التفاعل) يكون التقادم لمدة يوم واحد عند درجة حرارة ٧٠°م مساوياً للتقادم لمدة ٢٧ يوم عند درجة حرارة ٢٥°م ، والتقادم لمدة يوم واحد عند درجة حرارة ١٠٠°م مساوياً للتقادم لمدة ١٥٧ يوم عند درجة حرارة ٢٥°م مع الوضع في الاعتبار أن زيادة الطاقة المنشطة يسرع التفاعلات التي تحدث خلال التقادم ، وقد ذكرنا أن أهم خواص المواد التي تتعرض للتغير بفعل التقادم الحراري هي عكسية العلاج واللون .

(1) Blackshaw., S., and Ward, S.; Op.Cit., pp. 2-6 .

(2) Shashoua, Y.R. ; Op. Cit . ,p. 581 .

(3) Howells , R., and Others ; Op. Cit., pp. 37-38 .

(4) Blackshaw, S., and Ward, S.; Op. Cit., pp. 2-4 ' 2-5

ثانياً : دراسات وأختبارات مواد التقوية

تعتبر راتنجات الأكريليك في الوقت الحالي من أكثر المواد إستخداماً في مجالات الترميم المختلفة وذلك لتنوعها وأختلافها في الخواص والسلوكيات مما كان دافعاً لإختيار مختارات منها لتكون موضع الدراسات والأختبارات التي أجريت في هذه الدراسة وذلك لإختيار أنسبها لحالة التماثيل الخشبية موضوع البحث ، وقد أضيف إلى هذه الدراسة مختارات من مشتقات السليولوز و راتنجات البولي فينيل لتوسيع مجال المقارنة والأختيار . ويمكن إيجاز الهدف الرئيسي من هذه الدراسات بتحديد التغيرات التي قد تطرأ على مواد التقوية المختارة بفعل التقادم مثل عدم عكسية الإستخدام بسبب تكون روابط مزدوجة ، وذلك لمحاولة التوصل إلى الأسباب والعوامل المسؤولة عن هذا التدهور لمنع تأثيره المحتمل على الآثار مع استبعاد إستخدام المواد التي يثبت تغيرها بصوره متلفة للأثر . هذا بجانب التعرف على تأثير هذه المواد ومدى فاعليتها كمواد تقوية على الأخشاب المتقدمة الضعيفة وكذا مدى وكيفية تأثيرها على الخواص العامة للخشب والتركيب الداخلي الدقيق له .

[أ] مواد التقوية المختارة للدراسة التجريبية والتطبيقية :

١- راتنجات الأكريليك :- (١)

- بارالويد B44s وهو من راتنجات الأكريليك ذات البلمرة المشتركة Copolymer ويتكون من بولي أيثيل أكريليت [PEA] وبولي ميثيل أكريليت [PMMA] وأثيل أكريليت [EA] ، وهو يتحول من الحالة الصلبة إلى الحالة الطرية عند درجة حرارة ٥٦٠ م ويطلق على هذه الدرجة التحول الزجاجي [Tg] Glass Transition ، ونسبة الاستطالة للفيلم من هذا الراتنج عند تعرضها للشد ١٠٨% ± ٣,٣١ وهو قابل للذوبان في الأسيتون والتولوين .

- بارالويد B48s وهو ذو بلمرة مشتركة ويتكون من بولي بيوثيل أكريليت [PBA] وبولي ميثيل أكريليت [PMMA] وبيوثير أكريليت [BA] وهو يعطى فيلم يتميز بالقوة والتماسك والمتانة والقدرة على البقاء في الأماكن الخارجية كما أن له خواص لصق ممتازة ، ودرجة التحول الزجاجي له [Tg] ٥٠° م بينما نسبة الإستطالة عند تعرضه للشد ٢٧,١% وهو قابل للذوبان في التولوين والأسيتون وميثيل أثيل الكيتون ويفضل أستخدامه مذاباً في خليط من الأسيتون والكحول بنسبة ١:١ حتى نحصل على زمن جفاف مناسب .

(١) Horie,C.V.; "Materials for Conservation ", Butterworth Series in Conservation and Museology, 1987,U.K., pp.103 -112.

- Kushel,D. ;"Varnish Resins for Conservation -Useful Working Data", Bufelo State College, Art Conservation Department ,Ny,1988,pp.3-6.
- Joel,F. LTD. Catalogs ;"Museum Laboratory and Archaeological Supplies ", Frank W.Joel LTD., U.k.,1981,p. 13.
- Adams, D. ; " Catalog of Materials - Supplies - Tools for the Professional Conservators and Archivist", Conservation Materials LTD., Sparks , Nevada, 1995, p. 52.
- Down ,J., and Others ; Op. Cit., pp. 21- 33 .

- بارالويد B67 وهو من الراتنجات ذات البلمرة المتجانسة Homopolymer ويتكون من بولى أيزوبوتيل ميثاكريليت [PIBMA] وهو قابل للذوبان فى الأسيتون ، ميثيل أيثيل الكيتون وأيزوبروبانول ليعطى عند الجفاف فيلم قصيم ذو درجة تحول زجاجى T_g ٥٠° م .

- بارالويد B.72 ^(١) وهو ذو بلمرة مشتركة ويتكون من بولى ميثيل أكريليت [PMA] وبولى أيثيل ميثا أكريليت [PEMA] ، قابل للذوبان فى الأسيتون التولوين ، الزيلين والكحول الأيثلى ، يتميز بأن نسبة إستطالة عند التعرض للشد ١٤٥% بينما درجة التحول الزجاجى T_g ١٤٠° م ، وهو من أكثر راتنجات الأكريلك ثباتاً ذو لزوجة متوسطة ومعامل انعكاس عالى ويعطى فيلم قوى مرن ذا ثبات كيميائى جيد .

- بارالويد F.10 من الراتنجات ذات البلمرة المتجانسة، يتكون من بولى بيويتيل ميثا أكريليت [PBMA] ، قابل للذوبان فى الأسيتون والتولوين والزيلين والكحول الأيزوبروبيلى ليعطى عند الجفاف فيلم متعادل متوسط الصلابة والمرونة شفاف ذو مقاومة عالية للتغير فى اللون ، ذو درجة تحول زجاجى T_g ٢٠° م لذا يفضل خلطة مع أحد راتنجات الأكريلك ذات التحول الزجاجى العالية مثل بارالويد B67 بنسبة ١ : ١ . ونسبة الأستطالة للفيلم من هذا الراتنج عند تعرضه للشد ٢١١% .

- بلكسيسول B597 Plexisol ^(٢) وهو من راتنجات الأكريلك ذات البلمرة المتجانسة مكون من n-butyl methacrylate [nBMA] ويحصل عليه كمحلول ذو وزن جزيئى منخفض مذاب فى خلات الأيثيل Ethyl Acetate ، وتبلغ كثافته ١,٠ جم / سم^٣ أما لزوجة السائل المذاب فى الأسيتون عند ٢٠° م فهي ٥,٠٠٠-١٠,٠٠٠ mpas ، وهو قابل للذوبان فى الأسترات والكيثونات مثل الأسيتون ، ثانى كلوريد البنزين ، ترائى كلوروايثيلين حيث يعطى فيلماً صاف ، شفاف مرن غير لامع أو لزج ، لا يذوب أو يتأثر بالماء ، مقاوم للأحماض والقلويات ، ومقاوم للتقادم وللظروف الجوية الخارجية ، ذو قوى شد ١٤ نيوتن / مم^٢ كما أنه يذوب جزئياً فى التولوين ليعطى فيلماً مرناً مط .

٢- راتنجات البولى فينيل ^(٣)

- بيوتيفار Butvar ^(٤)

وهو عبارة عن بولى فينيل بيوتيرال Polyvinyl butyral ويتبع مجموعات Acetal التى

⁽¹⁾ Sakuno, T., and Schniewind , A.; " Adhesive Qualities of Consolidants for Deteriorated Wood", Journal of the American Institute for Conservation, Vol. 29, No.1, AIC., U.S.A., 1990 , pp. 34 -43.

⁽²⁾ Rohm ;"Plexisol B597", Rohm GmbH , Merkblatt ,Germany, 1975.

- Horie, C.V. ; Op.Cit., p.107.

⁽³⁾ Down,J.and Others; Op.Cit., pp. 20:32.

- Horie, C.V.; Op. Cit., pp. 98 :102 .

- Kpshel,D. ; Op.Cit.,pp. 6:8.

- Joel,F. Ltd. Catalog ;Op.Cit., pp. 12-13.

⁽⁴⁾ MonsantoCo. Catalag;" Butvar, Properties and Uses.", Monsanto Company, ST.Louis,U.S.A.,1997 .

تتكون من التفاعل بين الألدهيدات والكحولات إذ بإضافة جزئ واحد من الكحول إلى جزئى واحد من الألدهيد نحصل على Hemiactal غير الثابت لذا فهو يتفاعل مع جزئ آخر من الكحول ليعطى Acetal ثابت .

والبولى فينيل بيوتيرال " P.V.B " بوليمر ثلاثى Terpolymer مكون من خليط من أسيتال الفينيل Vinyl acetal وكحول الفينيل V.Alcohol وخلات الفينيل V.Acetate وهو من أكثر البوليمرات استخداما فى مجال الترميم ويمكن الحصول عليه بأوزان جزيئية مختلفة وخواص كيميائية وفيزيائية وميكانيكية تختلف حسب مجموعات الهيدروكسيل المتوفرة بالراتنج [-OH] وهو يستخدم بصورة مفردة أو مضافاً بكميات صغيرة إلى الراتنجات الأخرى لتحسين خواصها .

وراتنجات P.V.B المحتوية على نسبة منخفضة من مجموعات الهيدروكسيل (٩ - ١٣ %) تذوب فى مجال واسع من المذيبات عن التى تحتوى على نسبة عالية من مجموعات الهيدروكسيل (١٧ - ٢١ %) ، ويمكن تخفيض لزوجة محاليله باستخدام خليط من المذيبات مثل الكحول الأثيرى والتولوين بنسبة ٦٠ : ٤٠ . ولقد أختيرت لهذه الدراسة ثلاثة أنواع من البيوتيفار التى تستخدم فى مجالات الترميم المختلفة وهى Butvar B 72 - Butvar B 90 - Butvar B 98^(١) ، ويحصل عليهم على شكل مساحيق قابله للذوبان فى كل من :
خلات الأثير ٨٥ % ، الكحول الأثيرى ٩٥ % ، الكحول الميثيلى ، الكحول الأيزوبروبيلي ٩٥ % ، السيكلوهيكسانون Cyclohexanone ، Cellosolvel . والجدول التالى (رقم ٩) يوضح بعض الخواص الفيزيائية والميكانيكية لمختارات من راتنجات البيوتيفار .

الرقم	الخواص Properties	Butvar B72	Butvar B90	Butvar B98
١	لزوجة محلول ١٥ % بالوزن مذاب فى خليط من التولوين والكحول الأثيرى بنسبة ٦٠ : ٤٠	١٤,٠٠٠ - ٧,٠٠٠	١٢,٠٠٠ - ٦,٠٠٠	٤٠٠ - ٢٠٠ CP
٢	لزوجة محلول ١٠ % بالوزن مذاب فى كحول إثيرى ٩٥ %	٢٥,٠٠ - ١٦,٠٠	٤,٠٠ - ٢,٠٠	٢٠٠ - ٧٥
٣	الوزن الجزيئى	٢٥٠ - ١٧٠	١٠٠ - ٧٠	٧٠ - ٤٠
٤	الكثافة النوعية	١,١٠٠	١,١٠٠	١,١٠٠
٥	معامل الانعكاس	١,٤٩٠	١,٤٩٠	١,٤٩٠
٦	امتصاص الماء (خلال ٢٤ ساعة) %	٠,٥	٠,٥	٠,٥
٧	درجة حرارة التحول الزجاجى Tg	٧٨ - ٧٢ م°	٧٨ - ٧٢ م°	٧٨ - ٧٢ م°
٨	قوى الشد Yield Break 10 ³ PSI	٧,٨ - ٦,٨	٧,٣ - ٦,٣	٧,٣ - ٦,٣
٩	الاستطالة Yield % Break Elongation	٨	٨	٨
١٠	معامل المرونة Modulus of elasticity 10 ³ PSI	٣,٤ - ٣,٣	٣,١ - ٣	٣,٢ - ٣,١
١١	الصلابة Hardness, Rockwell	١١٥ M ٢٠ E	١١٥ ٢٠	١١٥ ٢٠
١٢	كمية الهيدروكسيل المحتواه معبرا عنها بالنسبة المئوية لتواجد P.V.AL	٢٠ - ١٧,٥	٢٠ - ١٨	٢٠ - ١٨
١٣	كمية الخلات المحتواه معبرا عنها بالنسبة المئوية لتواجد P.V.A	٢,٥ - ٠	١,٥ - ٠	٢,٥ - ٠
١٤	كمية البيوتيرال المحتواه معبرا عنها بالنسبة المئوية لتواجد V.B	٨٠	٨٠	٨٠

(١) Sakuno, T. and Schniewind, A. ; Op. Cit., pp. 34:43 .

- مستحلب خلات البولى فينيل (الفينافيل) :
هو من البوليمرات المشتركة ويطلق عليه أيضاً الغراء الأبيض ويحصل عليه على شكل محلول غليظ القوام يبلغ تركيزه ٤٠% ويمكن تخفيفه بالماء أو خليط الماء والكحول الأثيرى بنسبة ١:٢ ، يبلغ أسه الهيدروجينى ٥-٤,٥ .

- خلات البولى فينيل [AYAT] ^(١) Polyvinyl Acetate :
وهو من البوليمرات المتجانسة Homopolymer يحصل عليه على شكل بلورات شفافة صلبة، وزنة الجزيئى ١٦٧,٠٠٠ ، قابل للذوبان فى التولوين والكحول الإثيرى والمثيلى والأسيتون، غير قابل للذوبان فى الماء إلا أنه يتمدد وينتفخ عندما يغمر فيه ،تبلغ درجة حرارة التحول الزجاجى Tg ٢٦°م ،وهو يتميز بمعامل إنعكاس منخفض وخواص لصق قوية ونفاذية عالية .

٣- مشتقات السليولوز :

-كلوسيل (Klucel) : وهو عبارة عن هيدروكس بروبيل السليولوز Hydroxy Propyl Cellulose ويحضر بتفاعل سليولوز قلوى Alkali Cellulose عند درجات حرارة وضغط مرتفعين مع أكسيد بروبيلين propylen Oxide وهو عبارة عن مسحوق محبب أبيض اللون يذوب فى العديد من المذيبات العضوية مثل الكحول الأثيرى و السيلوسولف Cellosolve أو فى خليط من الأسيتون والماء بنسبة ١:٩ ، والبنزين الميثانول بنسبة ١:١ ، كما أنه قابل للذوبان فى الماء تحت درجة حرارة ٣٨°م ولكن لا يذوب عند درجة حرارة فرق ٤٥°م ، و يبلغ وزنة الجزيئى ٣٧٠,٠٠٠ ، ولزوجة محلول ٢% فى الأيثانول من ٧٥ - ٤٠٠ ^(٢) .

- ميثيل السليولوز [Methocel] ^(٣) Methye Cellulose : عبارة عن مسحوق أبيض يذوب كلياً فى الماء ، قابل للأمتزاج مع الكحول الأثيرى حتى ٥٠% بعد إذابته فى الماء ، يمتاز باللزوجة العالية فى التركيزات المنخفضة إذ تبلغ لزوجة محلول ٢% فى الماء ٤٠٠٠ ، وهو يذوب فى عدد قليل من المذيبات العضوية مثل :

Dimethyl sulphoxide, Dimethyl formamide .

ب[إجراء عمليات تقادم على مواد التقوية المختارة :

أختير لهذه الدراسة إجراء تقادم طبيعى مكثف على عينات الأفلام الجافة لمواد التقوية المختارة ويرجع ذلك إلى أن العرض المتحفى بمصر مازال يعتمد بصورة رئيسية على الأضاءة الطبيعية . ولإجراء هذه العمليات تم إعداد عينات مواد التقوية باتباع الخطوات التالية :

(١) IOC., Cit.

(٢) Aqualon,Cataloge; " Klucel , Physical and Chemical Properties",
Aqualon Company, U.S.A., 1990 .

- Hatchfield P. ; "The Use of Cellulose Ethers in the Treatment of Egyptian Polychromed Wood," Conservation of Ancient Egyptian Materials ,
United Kingdom Institute for Conservation, U.K., 1988 , pp. 74-76 .

(٣) Ioc,Cit.

- Aqualon ,Cataloge ; "Culminal ,Physical and Chemical Properties",
Aqualon Company , U.S.A., 1990.

- تحضير محاليل مواد التقوية بأزابة ٢٥ جم من المادة فى ١٠٠ مللى لتر من المذيب المناسب
- صب كمية من المحاليل فى أطباق بترى متوسطة الحجم (قطر ١٠ سم) ثم تركت لتجف فى درجة حرارة الغرفة لمدة ٤٨ ساعة .
- بعد جفاف الطبقة الأولى من مواد التقوية تم صب طبقة ثانية لكى نحصل على فيلم ذو سمك معتدل .

- تركت الأطباق فى مكان متجدد الهواء لمدة أسبوعين للتأكد من تمام الجفاف .
ولقد تم وضع الأطباق التى تشتمل على أفلام مواد التقوية داخل صندوق مغلق من الزجاج يحتوى على فحم منشط لإمتصاص الغازات التى تنبعث أثناء عمليات التقادم مع مراعاة تغييره بصورة دورية، كما إستخدمت مروحة صغيرة لتجديد حركة الهواء على فترات لمنع تراكم أى غازات غير مرغوب فيها . وقد حفظ الصندوق فى مكان معرض للتأثير المباشر للضوء الطبيعى وذلك لمدة عامين مع مراعاة المراقبة الدورية للعينات لملاحظة التغيرات التى تطرأ عليها وتسجيل جميع الملاحظات [صورة رقم (١٢٥)] .

ج] الاختبارات التى أجريت على مواد التقوية بعد التقادم :

للتعرف على التغيرات التى طرأت على مواد التقوية المختارة بعد إجراء عمليات التقادم السابقة تم إجراء عدد من الاختبارات المختلفة للتوصل إلى التغيرات التى طرأت على الخصائص التالية :

١- اللون والشفافية : [Yellowing]

مواد التقوية المستخدمة فى مجال الترميم تكون فى الحالة السائلة إما شفافة عديمة اللون أو ذات لون أبيض معتم ، ويتعرض البعض من هذه المواد للإصفرار أو الإعتام خلال عمليات التقادم ، كما يمكن أن يتعرض فيلم المادة الجاف الشفاف إلى التغير خلال هذه العمليات ، مما يدل على تدهور هذه المواد وعدم ثباتها، ويفضل للإستخدام فى مجال الترميم المواد التى تظل بعد التقادم شفافة عديمة اللون أو التى تتعرض إلى التغير بقدر ضئيل. و يمكن تقدير مدى التغير الذى يطرأ على لون فيلم مادة التقوية المتقادم باتباع الخطوات التالية:

- صب محلول مركز من مادة التقوية على سطح شريحة زجاجية شفافة عديمة اللون ويترك ليجف .

- تعرض الشريحة إلى ظروف التقادم المسرع .
- بعد تمام تقادم فيلم مادة التقوية يتم إعداد فيلم حديث التحضير بنفس الطريقة السابقة على أن يترك ليجف فى الظلام لمدة سبعة أيام حتى يتم التأكد من تبخر المذيب تماماً . وبمقارنة الشريحة الزجاجية لفيلم المادة المتقادم مع الشريحة الزجاجية للفيلم غير المتقادم يمكن التعرف على مقدار التغير الذى طرأ على اللون والمظهر خلال عمليات التقادم . ويمكن إجراء هذه المقارنة بين محلول المادة المتقادم والمحلول حديث التحضير حيث يدل التغير على مدى تعرض المادة للتغير [صور رقم ١٢٦ أ-ب-ج] .

٢- الانكماش : Shrinkage

هو تغير حجم المادة بعد عمليات الجفاف ، ويحدث بسبب تبخر المذيب من الفيلم الجاف أو بسبب التغير في كثافة أو إتجاه جزيئات البوليمر ، ويمكن حسابه بإتباع أحد الطرق الكيفية التالية:

- صب محلول المادة المركز على لوح رقيق من الألومنيوم ثم يترك ليحف حيث سيؤدي انكماش المادة إلى تغير شكل اللوح .
- صب فيلم رقيق من المادة داخل إطار من خشب الأبلالكاج مع ملاحظة أشكال التشوه التي تحدث للإطار أثناء عمليات الجفاف .
- صب محلول المادة المركز داخل أطباق بترى للحصول على فيلم ذو سمك معتدل ثم يترك ليحف ويمكن التعرف على مقدار انكماش المادة عن طريق تقييم شكل وسلوك الفيلم حول حواف الطبق بعد الجفاف حيث يأخذ أحد الأشكال التالية :
 - ينفصل عن حواف الطبق في بعض الأجزاء مما يعنى أنه معتدل الانكماش .
 - ينفصل عن سطح الطبق بشكل شبة كامل مع تعرضه للتشوه والتعرج ويظهر واضحاً أنه أصبح أقل في المساحة عن سطح الطبق مما يدل على أن المادة ذات انكماش عالى.
 - يظل متماسك بصورة كاملة مع سطح الطبق بدون أن يتعرض لأى تغير مما يعنى أن فيلم المادة لم يتعرض لأى انكماش [صورة رقم (١٢٧)] .
- والتعرف على مقدار إنكماش مواد التقوية بعد الجفاف والتقدم يعتبر من العوامل الهامة التي توضع في الاعتبار قبل إستخدامها مع الآثار الخشبية إذ أن ذلك يدل على مقدار القوى التي تنتج عند استخدام هذه المواد مع سطح الأثر والتي تسبب تقوس طبقة السطح خاصة في حالة الأخشاب الضعيفة الهشة .

٣- المرونة : Flexibility

- تتميز المواد التي تستخدم في عمليات التقوية بدرجات مختلفة من المرونة والتي يفضل احتفاظها بنسبة منها عند تعرضها للتقدم . ويمكن تقدير مرونة فيلم مواد التقوية عن طريق أتباع الخطوات التالية :
- يصب محلول المادة المقوية على سطح مستوى أملس للوح رقيق من الألومنيوم أو ورق السيليكون ويوزع المحلول على السطح باستخدام سكينه بالته ثم يترك ليحف .
 - في حالة الرغبة في زيادة سمك فيلم مادة التقوية يتم صب مقدار آخر من المحلول بعد جفاف الطبقة الأولى .
 - بعد تمام جفاف الفيلم يفصل عن اللوح ثم يلف حول وحدة ذات شكل أسطوانى و سطح صلب أملس .
 - تقدر مرونة فيلم مادة التقوية حسب سلوكه خلال هذه العملية حيث :
 - أما يلف تماماً حول الجسم الأسطوانى بدون أن يتعرض لأى تلف مما يعنى أن المادة مرنة
 - يتعرض الفيلم لحدوث شروخ أثناء عمليات اللف مما يعنى أنه قصيم بدرجة تتناسب مع مقدار الضرر الذى يتعرض له .
 - في حالة حدوث شروخ بالفيلم بعد جفافة مباشرة أو أثناء عمليات الفصل عن اللوح فإن ذلك يعنى أن المادة قصيمة إلى درجة كبيرة .
 - وتجرى هذه العمليات على كل من فيلم مادة التقوية الذى تعرض للتقدم وفيلم غير متقدم حتى يمكن المقارنة بينهم للتعرف على التغيرات التي طرأت أثناء عمليات التقدم .

وتتوقف النتيجة التي يتم الحصول عليها في هذا الاختبار على سمك فيلم مادة التقوية ومدى تجانسه [صور رقم (١٢٨ أ-ب)] .

٤ - الذوبان وقابليته للأزالة : Solubility and Reversibility

- عند إذابة فيلم مادة التقوية الجاف في مذيب مناسب فإنه يأخذ أحد الصور التالية :
- * يقبل الذوبان بصورة كاملة.
 - * لا يقبل الذوبان ولكن يتعرض للتمدد والانتفاخ.
 - * يقبل الذوبان بصورة جزئية.

وفي حالة تعرض مواد التقوية المتقدمة إلى التغير في سلوك الإذابة فإن ذلك يعنى أنها تعرضت إلى بعض التغيرات الكيميائية ، ولتحديد قابلية هذه المواد للذوبان بعد التقدم تستخدم مجموعة متنوعة من المذيبات سواء القضبية أو غير القضبية والتي تستخدم لتحضير محاليل مواد التقوية بصورة مفردة أو كمخاليط مثل الأسيتون ، التولوين ، الزيلين ، رابع كلوريد الكربون ، خلات الأيثيل ، الكحول الأيثلي ، ثالث كلوريد الأثيلين بجانب استخدام الماء . وتبدأ الاختبارات باستخدام أقل هذه المذيبات تأثيراً ثم الأقوى فالأقوى ويمكن التعرف على مقدار التغير في الذوبان للمادة المتقدمة عن طريق الحاجة إلى استخدام مذيبات أكثر قوة لإذابتها بالمقارنة بالمذيبات المستخدمة مع الأفلام غير المتقدمة .

أما قابلية فيلم مادة التقوية المتقدم للإزالة والذي يتصل بصورة مباشرة بقابليته للذوبان فقد تم تحديدها بإتباع الخطوات التالية :

- يوضع جزء من فيلم مادة التقوية المتقدمة يبلغ وزنه حوالى ٠,١ جم في أنبوبة اختبار سبق وزنها .
- يتم وزن الأنبوبة بعد إضافة العينة ويسجل .
- يضاف المذيب المستخدم إلى العينة بنسبة ١:١ ثم تغلق الأنبوبة وتترك لمدة ٤٨ ساعة .
- يتم تسجيل الملاحظات ثم يفرغ السائل من الأنبوبة مع مراعاة عدم فقدان أى من البقايا الصلبة .
- تجفف الأنبوبة في فرن تفريغ عند درجة حرارة ٣٠° م أو فرن عادى عند درجة حرارة ٦٠° م حتى يتم التخلص من كل أثر للمذيب ونحصل على وزن ثابت ثم تترك الأنبوبة لتبرد
- يعاد وزن الأنبوبة لحساب الوزن المفقود من العينة .
- يتم حساب نسبة الوزن المفقود من العينة بالتعويض في المعادلة الآتية :
- $\text{نسبة الوزن المفقود \%} = \frac{\text{وزن العينة قبل الإذابة} - \text{وزن العينة بعد الإذابة}}{\text{وزن العينة قبل الإذابة}} \times 100$

وزن العينة قبل الإذابة

وتمثل نسبة التغير في الوزن الكمية التي قبلت الإذابة من العينة وبالتالي فهي تمثل نسبة قابلية فيلم مادة التقوية المتقدم للإزالة [صورة رقم (١٢٩)] ، والجدول التالى [جدول رقم (١٠)] يوضح النتائج التي توصل إليها في هذا الاختبار [شكل رقم (٤٦)(٤٧)] .

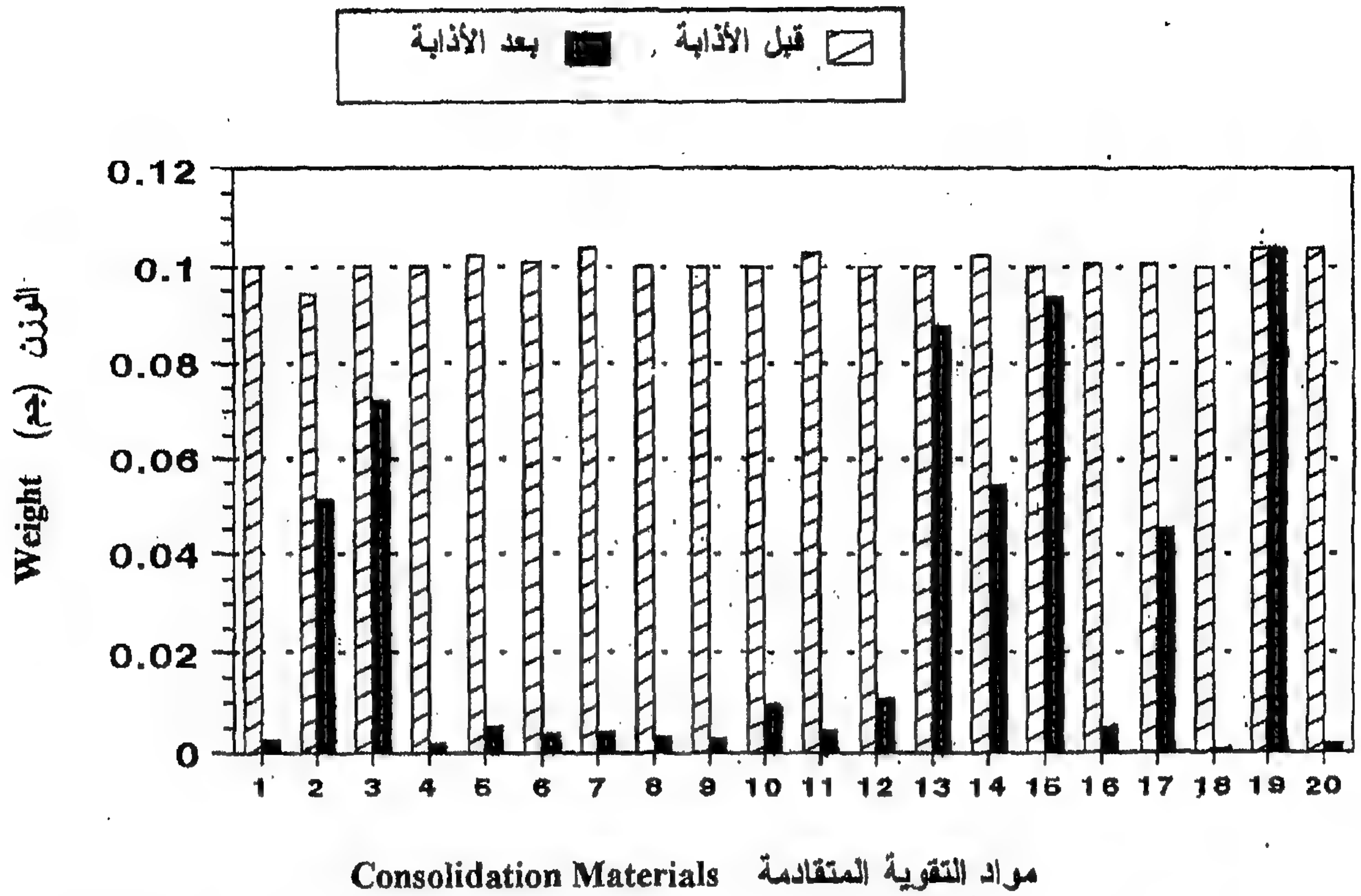
جدول رقم (١٠)

الرقم	مادة التقوية	المذيب المستخدم	وزن العينة قبل الاختبار جم	وزن العينة بعد الإذابة جم	النقص في وزن العينة جم	النسبة المئوية للإذابة %
١	بارالويد B44s	أسيتون	٠,١	٠,٠٠٢٣	٠,٠٩٧٧	%٩٧,٧
٢	بارالويد B48s	أسيتون	٠,٠٩٤٢	٠,٠٥١٠	٠,٠٤٣٢	%٤٥,٨
٣	زولين	زولين	٠,١	٠,٠٧٢١	٠,٠٢٧٩	%٢٧,٩
٤	بارالويد B67 -	أسيتون	٠,١	٠,٠٠١٩	٠,٠٩٨١	%٩٨,١
٥	بارالويد B72	أسيتون	٠,١٠٢١	٠,٠٠٥١	٠,٠٩٧١	%٩٥
٦	زولين	زولين	٠,١٠٠٩	٠,٠٠٣٧	٠,٠٩٧٢	%٩٦,٣
٧	بارالويد F10	أسيتون	٠,١٠٣٨	٠,٠٠٣٩	٠,٠٩٩٩	%٩٦,٢
٨	بلكسيسول B597	خلات الأيثيل	٠,٠٩٩٨	٠,٠٠٣١	٠,٠٩٦٧	%٩٦,٨
٩	ترايكلوروايثيلين	ترايكلوروايثيلين	٠,١	٠,٠٠٢٧	٠,٠٩٧٣	%٩٧
١٠	بيوتيفار B72	كحول إيثيلي	٠,١	٠,٠٠٩١	٠,٠٩٠٩	%٩٠,٩
١١	بيوتيفار B90	كحول إيثيلي	٠,١٠٢٦	٠,٠٠٤٢	٠,٠٩٨٤	%٩٥,٩
١٢	بيوتيفار B98	كحول إيثيلي	٠,١	٠,٠١٠٥	٠,٠٨٨٥	%٨٨,٥
١٣	خلات الأيثيل	خلات الأيثيل	٠,١	٠,٠٨٧٤	٠,٠١٢٦	%١٢,٦
١٤	فينافيل	أسيتون	٠,١٠٢١	٠,٠٥٤٣	٠,٠٤٧٨	%٤٦,٨
١٥	ماء	ماء	٠,١	٠,٠٩٣٦	٠,٠٠٦٤	%٦
١٦	خلات البولي فينيل AYAT	أسيتون	٠,١٠٠٤	٠,٠٠٥٠	٠,٠٩٥٤	%٩٥
١٧	كلوسيل G	كحول إيثيلي	٠,١٠٠٤	٠,٠٤٥٠	٠,٠٥٥٤	%٥٥
١٨	ماء	ماء	٠,١	٠,٠٠٠٥	٠,٠٩٩٥	%٩٩,٥
١٩	ميثيل السليولوز	كحول إيثيلي	٠,١٠٣٦	٠,١٠٣٦	٠,١٠٣٦	-
٢٠	ماء	ماء	٠,١٠٣٦	٠,٠٠١٣	٠,١٠٢٣	%٩٨,٧

٥- قيمة الأس الهيدروجيني : PH.Value

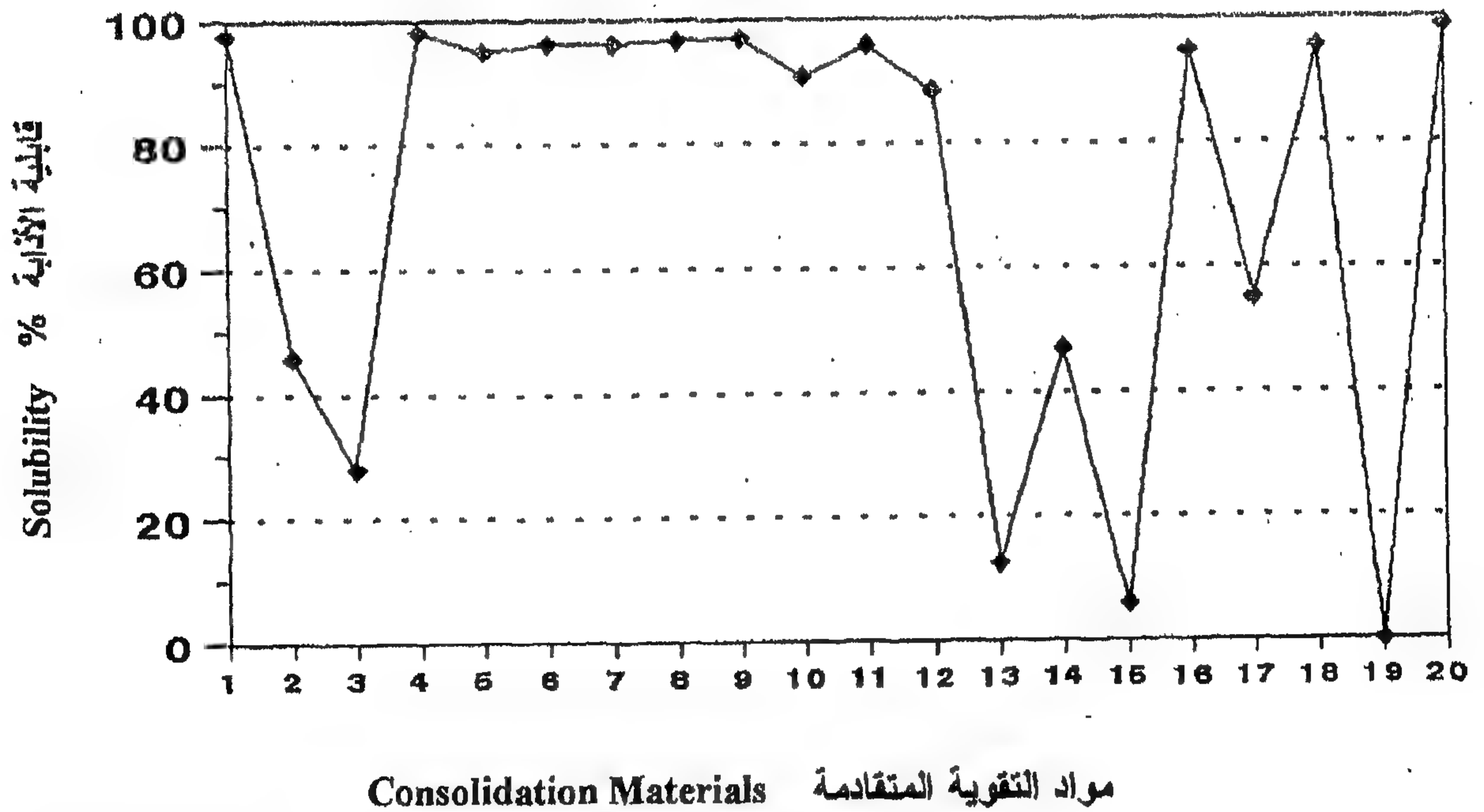
الأس الهيدروجيني للمحاليل هو نسبة تركيز الأيون الهيدروجيني بها والذي يتوقف عليه مقدار حامضية أو قاعدية هذه المحاليل ، وتتراوح هذه القيمة من صفر إلى ١٤ حيث (٧) تكون متعادلة إذ أن لها نفس تركيبة أيونات H_3O^+ وأيونات OH^- [10⁷ male \Litre] ^(١) بينما القياسات تحت (٧) تكون حامضية وأعلى من (٧) تكون قاعدية . وفي حالة تغير قيمة الأس الهيدروجيني لمواد التقوية عند تعرضها للتقادم فإن ذلك يعنى أنها تعرضت إلى التغير خلال هذه العمليات . ويعتبر هذا العامل من العوامل الهامة عند اختيار مواد تقوية الأخشاب إذ أن ارتفاع الحامضية أو القاعدية يؤدي إلى الإسراع بعمليات التلف لذا فإن أفضل مواد التقوية المستخدمة هي التي تتميز بالتعادل وتظل متعادلة بعد التقادم .

(١) Ashurst, N. ; " Cleaning Materials and Processes", Cleaning Historic Buildings, VOL.2,Donhead Publishing LTD., U.K., 1994,p. 55 .



شكل رقم (٤٦)

يوضح العلاقة بين وزن عينات أفلام مواد التقوية المختارة المتقدمة قبل وبعد اختبار الأذابة والموضحة بالجدول رقم (١٠).



شكل رقم (٤٧)

رسم بياني يوضح العلاقة بين النسبة المئوية لقابلية الأذابة لأفلام مواد التقوية المختارة المتقدمة في الضوء الطبيعي والموضحة في الجدول رقم (١٠).

ولإجراء هذا الاختبار تم إتباع الخطوات التالية :

- أعداد محاليل حديثة التحضير من مواد التقوية المختارة .
- قياس PH لهذه المحاليل وذلك بإستخدام شرائط ورق قياس تركيز أيون الهيدروجين فسي السوائل عن طريق تغير اللون تبعاً لجدول ألوان مرفق مع الشرائط [صورة رقم (١٣٠)].
- أخذ أجزاء من فيلم مواد التقوية التي تعرضت لعمليات التقادم وأثبتها في نفس المذيب الذي إستخدم في تحضير المحاليل ، وبعد تمام الذوبان يتم قياس PH للمحلول بإستخدام الشرائط السابقة ويقارن بين التغير في اللون في الحالتين .

- كما تم قياس الأس الهيدروجيني لفيلم مواد التقوية المتقادم المتمدد باتباع الخطوات التالية :
- أخذ ١ جرام من فيلم مواد التقوية المتقادم ووضعها في عبوة زجاج ويضاف إليه ١٠ مللى لتر من ماء مقطر ذو أس هيدروجيني أقرب ما يكون إلى التعادل (٦,٥ - ٧,٣) .
- تغمر العينة تماماً في الماء ثم تترك لتتمدد لمدة ٧٢ ساعة .
- يتم قياس الأس الهيدروجيني للماء ويعاد القياس أكثر من مرة على مدى ٢٤ ساعة حتى يحصل على قراءة ثابتة .

والجدول التالي [جدول رقم (١١)] يشتمل على النتائج النهائية للاختبارات التي أجريت لتحديد التغيرات التي طرأت على خواص مواد التقوية المختارة بعد عمليات التقادم .

الرقم	مادة التقوية	اللون والشفافية (الأصفران)		الانكماش		المرونة		الذوبان وقابلية الأزالة	قيمة الأس الهيدروجيني [PH]	
		قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد		قبل	بعد
١	بارالويد B44s	شفاف	شفاف	G	G	F	FB	٩٧,٧ %	N	CAC
٢	بارالويد B48s	شفاف	مصفّر قليلاً	G	G	FB	FB	٩٥,٨ %	CAC	AC
٣	بارالويد B67	شفاف	مصفّر	G	G	B	B	٩٨,١ %	N	CAC
٤	بارالويد B72	شفاف	شفاف	G	G	F	FB	٩٦,٣ %	N	CAC
٥	بارالويد F10	شفاف	يميل للأصفر	G	G	F	F	٩٦,٢ %	N	CAC
٦	باكسيبول B597	شفاف	شفاف	G	G	F	F	٩٧ %	CAC	N
٧	بيوتيفار B72	شفاف	شفاف	F	F	F	F	٩٠,٩ %	N	CAL
٨	بيوتيفار B90	شفاف	شفاف	G	G	F	F	٩٥,٩ %	N	N
٩	بيوتيفار B98	شفاف	شفاف	G	G	F	F	٨٨,٥ %	N	N
١٠	فيناقيل	شفاف	مبينة للابيض	G	G	F	F	من ٦ إلى ٩٦,٨ %	AC	AC
١١	خلات البولي فينيل AYAT	شفاف	مصفّر قليلاً	G	G	FB	FB	٩٥ %	AC	AC
١٢	كلوسيل G	شفاف	شفاف	G	G	F	F	٩٩,٥ %	N	N
١٣	ميثيل السليولوز	شفاف	شفاف	P	P	F	F	٩٨,٧ %	N	CAL

- الإنكماش : لا يوجد : G . معتدل : F . على : P .
- الأس الهيدروجيني (PH) : حامضي (AC) أقل من ٥ . شبة حامضي (CAC) من ٥-٦ . شبة قاعدي (CAL) من ٧,٥ - ٨,٥ .
- المرونة : قصير : B . شبة مرنة : FB . مرنة : F .
- متعادل (N) من ٦-٧,٥ . قاعدي (AL) فوق ٨,٥ .

د] سلوك مواد التقوية المتقدمة خلال التجارب السابقة :

- الفيلم المتقدم للفينافيل تحول إلى لون أبيض شبة معتم ولم يقبل الذوبان فى أى من المذيبات بصورة كاملة إلا أنه تعرض للتمدد والانفخاخ مع ذوبان نسبة بسيطة منه .
- فيلمى الكلوسيل وميثيل السليولوز لم يقبلا الذوبان فى الكحول الإيثيلى بعد التقدم ولكنها ذابا فى الماء .
- فيلم نوعية ميثيل السليولوز المختارة تعرض للإنكماش بصورة كبيرة بعد الجفاف يلية فيلم بيوتيفار B72 أما فيلم بيوتيفار B90 فتعرض للإنكماش بصورة بسيطة جداً.
- أكثر الأفلام احتفاظاً بمرونتها :
بلكسيسول B597 - ميثيل السليولوز - كلوسيل G - فينافيل - بيوتيفار B98 ، B72 ، B90
- فيلم بارالويد B67 تعرض للتشريح وأصبح قصيماً بعد تمام الجفاف .
- فيلم بارالويد B48s أعلى الأفلام فى قوة الالتصاق والصلابة يليه بارالويد B44s ثم بارالويد B72.
- أفلام المواد التالية فقدت جزء من مرونتها بالتقدم :
بارالويد B48s - بارالويد B72 - بارالويد B44s ، [AYAT] PVAC .
- معظم أفلام المواد إما متعادلة أو شبة حامضية فيما عدا ميثيل السليولوز والبيوتيفار B72 إذ أنه شبة قاعدى ، بينما بارالويد B48s والفينافيل و خلاصات البولى فينيل فحامضى .
- تعرضت محاليل بارالويد B67 للأصفرار بالتقدم يليها محاليل بارالويد F10 ثم محاليل بارالويد B48s .
- أكثر المواد المختبرة قابلية للإزالة بعد التقدم مشتقات السليولوز يليها راتنجات الأكريلك ثم راتنجات البولى فينيل .

هـ] الدراسات التطبيقية لمواد التقوية المختارة على عينات متقدمة من الأخشاب :

أستخدمت فى هذه الدراسات عينات من خشب الأرز المتقدم نظراً للتشابه الكبير فى التركيب التشريحي والخواص مع خشب السرو الذى شكل منه تمثال " كاعبر " ، ويعانى هذا الخشب من تأثير الجفاف الشديد الذى سبب هشاشية وسهولة تفتتة بجانب خفة الوزن واللون الفاتح . كما استخدمت عينات من خشب يعانى من الإصابة بفطريات التحلل التى سببت تحول لونه الطبيعى إلى اللون القاتم مع وجود العديد من الشروخ الطولية والعرضية بجانب هشاشية وسهولة تحولة إلى مسحوق عند الضغط عليه . وبالتالى فإن العينات المستخدمة تتقارب فى الخواص الطبيعية ومظاهر التلف بجانب تقاربها فى العمر مع أخشاب التماثيل المختارة للبحث إذ أنها ترجع إلى أوائل الدولة القديمة .

وقد أختير لهذه الدراسة سبعة من مواد التقوية التي إستخدمت في التجارب السابقة وذلك بناء على النتائج التي توصل إليها في هذه التجارب بجانب تميزها بالاختلاف في المواصفات والخواص والسلوكيات ، ومحاليل المواد المختارة هي :

- بارالويد B48s المذاب في الأسيتون بتركيز ٥% .
- بارالويد B72 المذاب في الأسيتون بتركيز ٥% .
- بارالويد B10 المذاب في الأسيتون بتركيز ٥% .
- بلكسيسول B597 المذاب في ترائي كلوروالأثيلين بتركيز ٥% .
- بيوتيفار B98 المذاب في الكحول الأثيلي بتركيز ٥% .
- خلات البولي فينيل AYAT المذابة في الأسيتون بتركيز ٥% .
- كلوسيل G المذاب في الكحول الأثيلي بتركيز ١% نظراً للزوجتة العالية .

وإستخدام معظم هذه المواد بتركيز ٥% يرجع إلى أنه التركيز المناسب والذي يستخدم بصورة رئيسية في تقوية الأخشاب الضعيفة للحصول على أفضل نتيجة ممكنه مع نفاذية مناسبة وقد طبقت هذه المواد على الأخشاب بالتشرب بإستخدام فرشاه ناعمة مناسبة وذلك على أكثر من مرحلة للتأكد من تشرب العينة وتقويتها بصورة كاملة .

و[التغيرات التي طرأت على عينات الأخشاب المقواة :

تم دراسة التغيرات التي طرأت على خصائص الخشب المتقادم الذي تم تقويته بمحاليل مواد التقوية السابقة لتحديد تأثير هذه المواد عليه من حيث :

١- التغير في الوزن :

لتقدير مدى الزيادة في وزن الخشب بعد تشربة بمواد التقوية المختارة تسم إتباع الخطوات التالية :

- أعداد سبعة عينات من خشب الأرز المتقادم وإعطاء كل عينة رقم خاص بها .
- وزن العينات بإستخدام ميزان إلكتروني حساس يعطى قراءة حتى أربعة أصفار مع تسجيل الأوزان .
- تقوية العينات بتشرب كل منها بإحدى مواد التقوية المختارة وذلك بإستخدام فرشاة مع الأستمرار في هذه العمليات حتى تشرب العينة تماماً .
- توزن العينات بعد عمليات التشرب مباشرة وتسجل القراءات .
- ترك العينات في مكان متجدد الهواء لمدة ٢٤ ساعة ثم يعاد وزنها ثانياً .

• تكرر هذه العمليات عدة مرات حتى يتم الحصول على قراءة ثابتة لمقدار الزيادة في الوزن مما يدل على أن عينات الخشب قد بلغت أقصى حد للتشرب بمواد التقوية المستخدمة .

• ثم حساب نسبة الزيادة في الوزن بالتعويض في القانون التالي :

$$\text{نسبة الزيادة في الوزن \%} = \frac{\text{وزن العينة بعد التشرب} - \text{وزن العينة قبل التشرب}}{\text{وزن العينة قبل التشرب}} \times 100$$

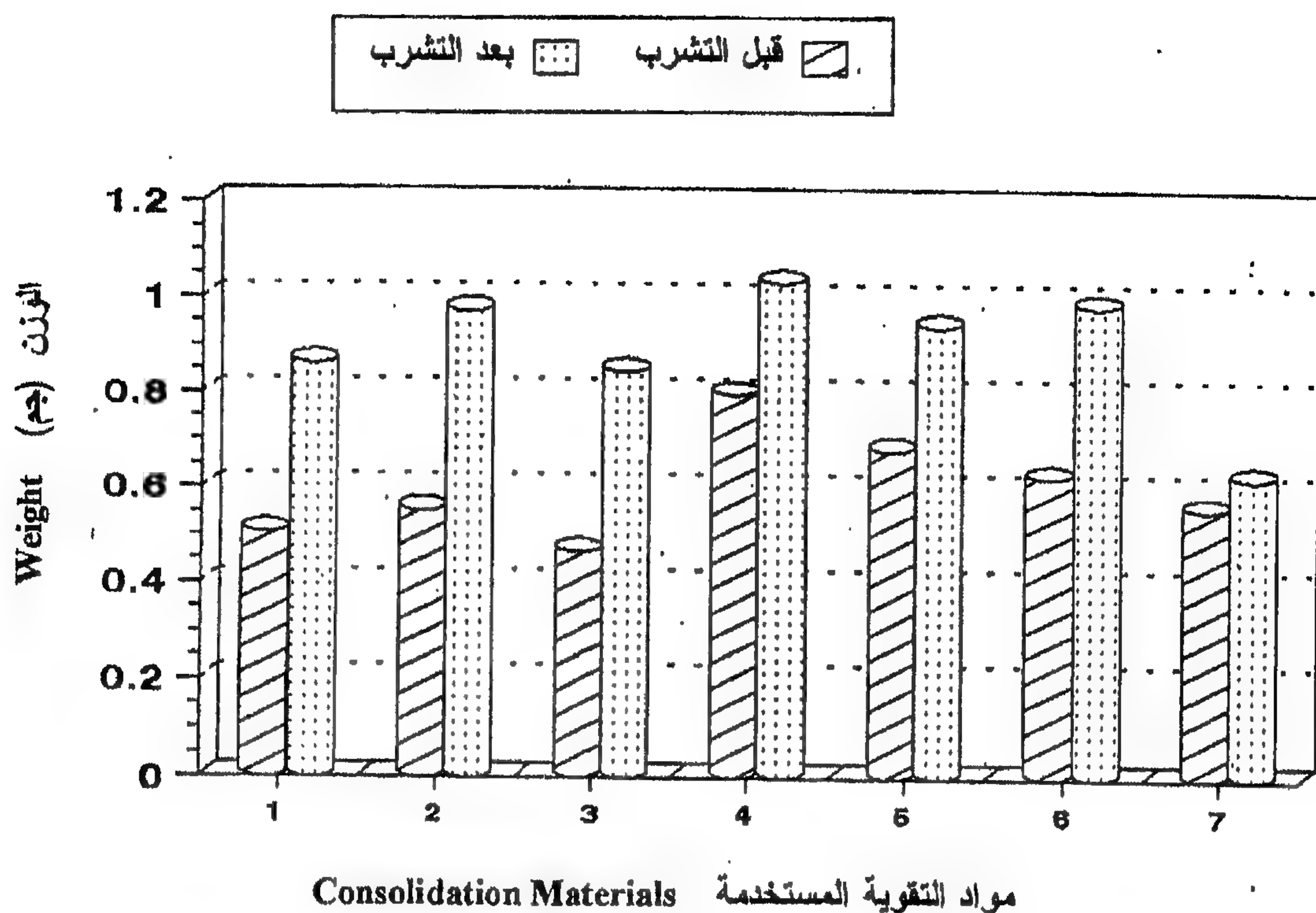
والجدول التالي [جدول رقم (١٢)] يوضح النتائج التي تم التوصل إليها. كما يوضح الشكل رقم (٤٨) العلاقة بين وزن العينات قبل وبعد عمليات التشرب بمواد التقوية ، بينما يوضح الشكل رقم (٤٩) العلاقة بين النسبة المئوية للزيادة في وزن العينات المقواة بمواد التقوية المختارة .

رقم العينة	مادة التقوية المستخدمة	التركيز %	وزن العينة قبل التشرب جم	وزن العينة بعد التشرب جم	نسبة الزيادة في الوزن %	التغير في اللون	التغير في الصلابة
١	بارالويد B48s	٥٥% أسيتون	٠,٥٠٥٢	٠,٨٦١٥	٧٠,٥	xxxx	xxxx
٢	بارالويد B72	٥٥% أسيتون	٠,٥٥١٧	٠,٩٧٠٣	٧٥,٨	xxx	xxx
٣	بارالويد F10	٥٥% أسيتون	٠,٤٦٦٣	٠,٨٤٥٧	٨١	xx	xxx
٤	بلكسيبول B597	٥٥% ترائي كلورواثيلين	٠,٧٩٦٢	١,٠٣	١٩,٣	x	xx
٥	بيوتيفار B78	٥٥% كحول أثيلي	٠,٦٧٨٩	٠,٩٣٩٥	٣٨,٣	xxx	xxx
٦	خلات البولي فينيل AYAT	٥٥% أسيتون	٠,٦٢٢٣	٠,٩٨١١	٥٧,٦	xxxx	xxxx
٧	كلوسيل G	١% كحول أثيلي	٠,٥٥٥٩	٠,٦٢١٢	١١,٧	x	x

ضعيف x معتدل xx شبة مرتفع xxx مرتفع xxxx

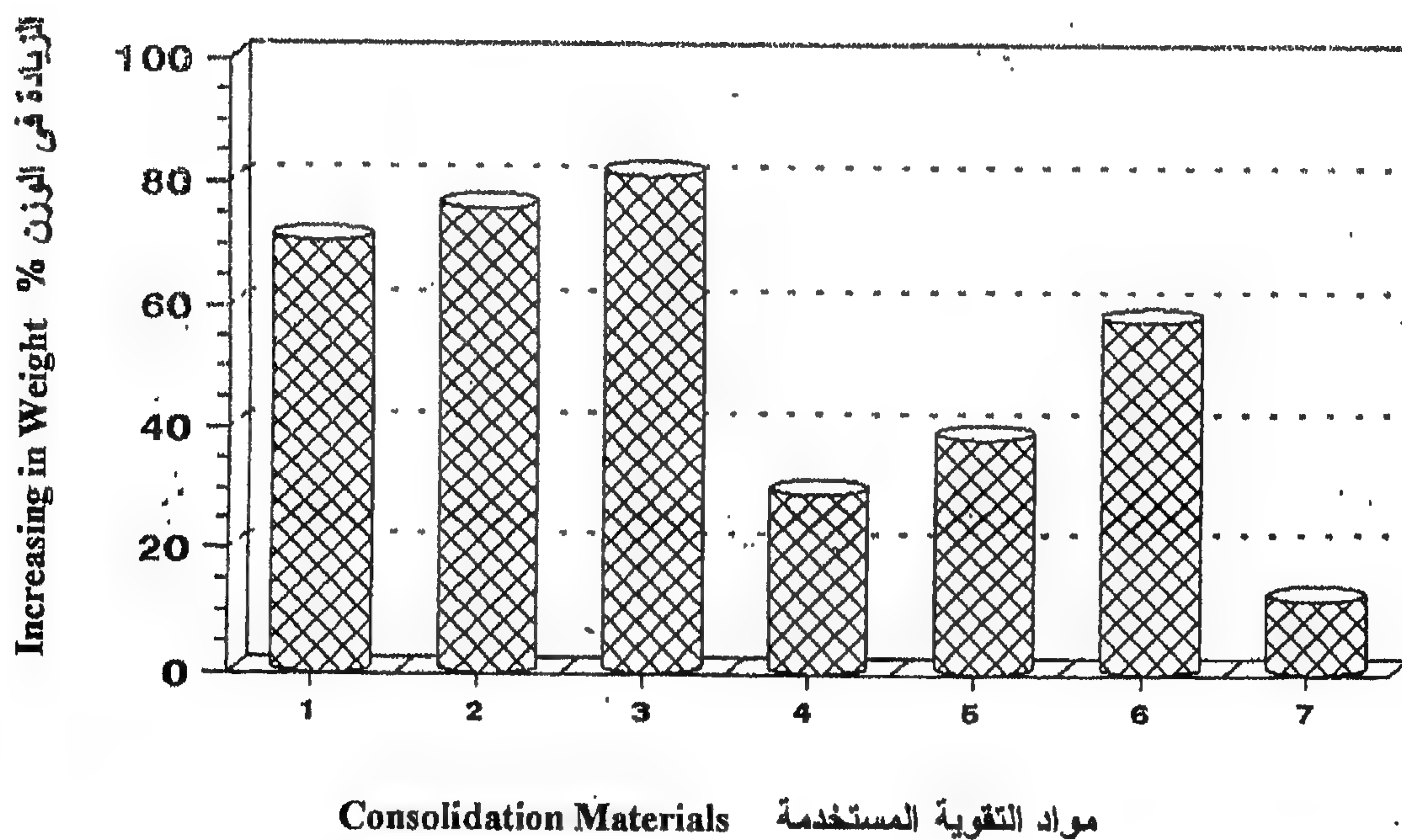
جدول رقم (١٢)

يوضح نتائج الدراسات التطبيقية لمواد التقوية المختارة على عينات الأخشاب المتقدمة.



شكل رقم (٤٨)

يوضح العلاقة بين وزن عينات خشب الأرز المتقادمة قبل وبعد عمليات التشريب بمواد التقوية المختارة والموضحة بالجدول رقم (١٢)



شكل رقم (٤٩)

يوضح العلاقة بين النسبة المئوية للزيادة في وزن عينات خشب الأرز السابقة المقواة باستخدام نوعيات مختلفة من مواد التقوية [جدول رقم (١٢)]

٢- التغير فى المظهر واللون:

بدراسة تأثير مواد التقوية المستخدمة فى التجربة السابقة على مظهر ولون عينات الأخشاب المتقدمة لوحظ التالى : [صورة رقم (١٣١ أ-ب)]

- تسببت جميع مواد التقوية المستخدمة فى تغير لون عينات الخشب بدرجات متفاوتة .
- أكثر تغير فى اللون نتج عن إستخدام خلات البولى فينيل والبارالويد B 48s مع ميل السطح للمعان يليهم بيوتيفار B98 ثم بارالويد B72 .
- أقل تغير فى اللون نتج عن إستخدام مادة البلكسيبول B597 فالكلوسيل G ثم بارالويد F10 مادة البلكسيبول B597 لم تسبب أى لمعان لسطح الخشب وأعطيت أقل تأثيراً على لون العينة عند إستخدام الطولوين أو ترائى كلوروالايتيلين كمذيب لها .
- تفاوت تأثير مواد التقوية على مدى صلابة وتماسك عينات الخشب، حيث أعطى أ على معدل للصلابة عند إستخدام بارالويد B48s وأقل معدل عند إستخدام بلكسيبول B597 والكلوسيل G .

٣- القابلية لامتصاص الماء :

قابلية الأخشاب لامتصاص الماء تتوقف على نوع الخشب ومدى ونوعية التلف الذى تعرض له وفى حالة الأخشاب المقواة بأحد مواد التقوية فإن قابليتها لامتصاص الماء تختلف وتتوقف حسب نوع المادة المستخدمة فى هذه العمليات إذ أن بعض هذه المواد تعطى حماية شبة كاملة للأخشاب ضد إمتصاص الماء ، بينما البعض الآخر يعطى حماية ضعيفة . ولتحديد مدى تأثير مواد التقوية المختارة على هذه الخاصية أتبعنا الخطوات التالية :

- تم تحضير ثمانية عينات من نوع واحد من خشب الأرز المتقدم .
- تقوية سبعة من هذه العينات بتشرب كل منها بأحدى مواد التقوية المختارة بنفس التركيزات السابقة . أما العينة الثامنة فلم يجرى عليها عمليات تقوية حتى يمكن إستخدامها للمقارنة .
- ترك العينات فى مكان متجدد الهواء حتى تم جفافها تماماً .
- بعد تمام الجفاف تم وزن العينات السبعة المقواة والعينة الثامنة المستخدمة للمقارنة مع تسجيل القراءات .
- أعدت ثمانية كاسات مملوءة بالماء وضع بكل منها إحدى العينات مع التأكد من غمرها تماماً بالماء بإستخدام حاجز مثقب يحفظها مغمورة وفى نفس الوقت لا يمنع الماء من الوصول إليها، وقد تركت العينات مغمورة فى الماء لمدة ٢٤ ساعة عند درجة حرارة ٢٥°م .
- تم إستخراج العينات من الماء ووضعها على ورق نشاف لامتصاص الماء الزائد .
- وزنت العينات لحساب الزيادة فى الوزن الناتج عن إمتصاص الماء .
- لحساب نسبة الزيادة فى الوزن تم التعويض فى القانون التالى :

$$\text{نسبة الزيادة فى الوزن} = \frac{\text{الوزن بعد الغمر} - \text{الوزن قبل الغمر}}{\text{الوزن قبل الغمر}} \times 100$$

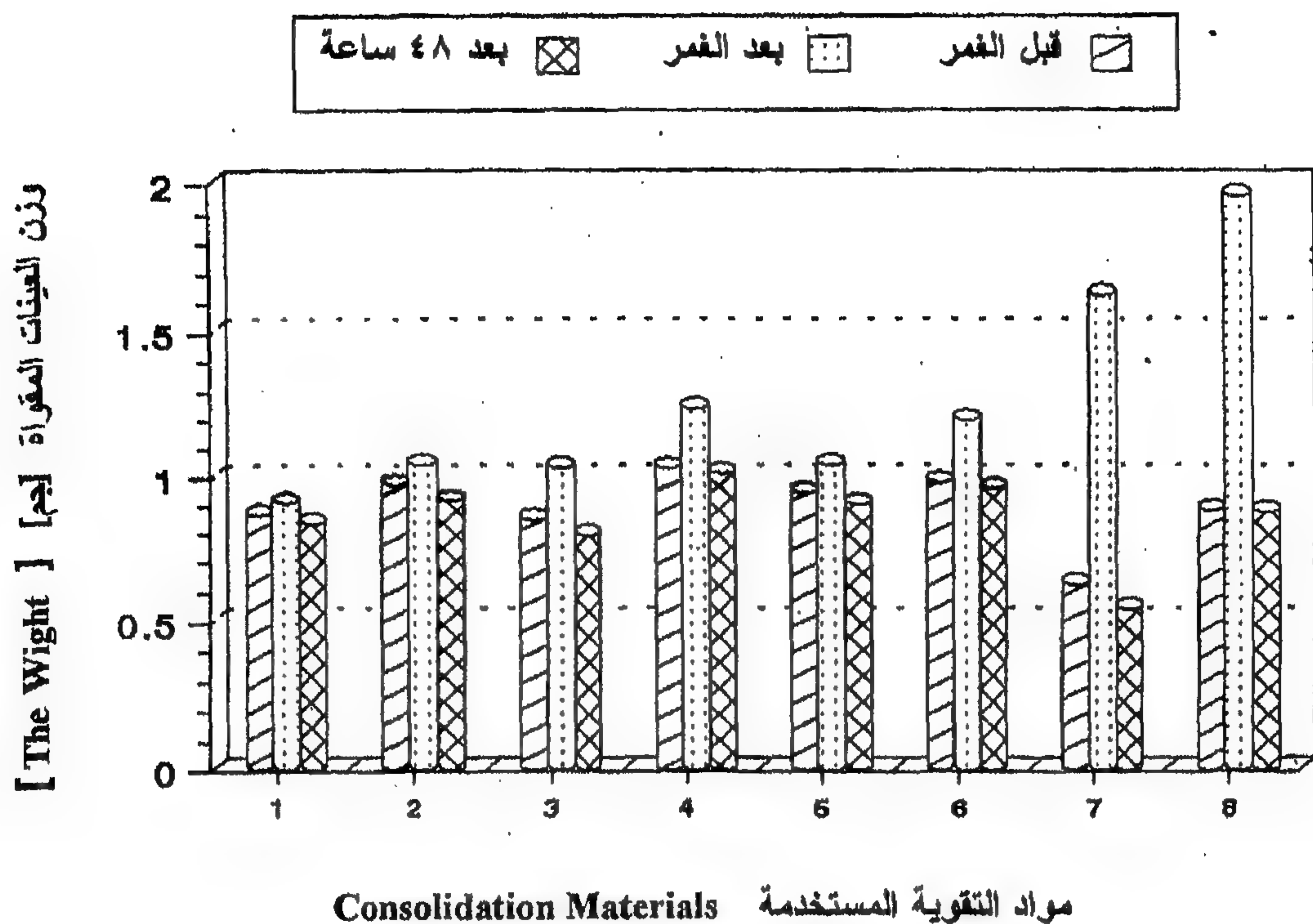
تم تسجيل النتائج مع مقارنة نسبة الزيادة في الوزن بين العينات السبعة المقواة ثم مضاهاتها مع نسبة الزيادة في وزن العينة غير المقواة وبذا أمكن حساب تأثير مواد التقوية المختارة في مدى تخفيض قابلية أمتصاص الخشب للماء . والجدول التالي [جدول رقم (١٣)] يتضمن النتائج التي توصل إليها ، كما يوضح الشكل رقم (٥٠) التغيرات التي طرأت على وزن العينات المقواة قبل وبعد الغمر في الماء مباشرة ، ثم بعد ٤٨ ساعة من انتهاء الاختبار ، بينما يوضح الشكل رقم (٥١) العلاقة بين النسبة المئوية لأمتصاص العينات المقواة للماء والتي تتوقف حسب نوع المادة المقوية المستخدمة .

رقم العينة	مواد التقوية المستخدمة	التركيز %	وزن العينات المقواة جم	الوزن بعد الغمر في الماء جم	نسبة الأمتصاص %	الوزن بعد ٤٨ ساعة من إنهاء الاختبار جم	نسبة الإنخفاض في الوزن الأصلي بعد ٤٨ ساعة %
١	بارالويد B48s	٥% أسيتون	٠,٨٦١٥	٠,٩٠٤٦	٥	٠,٨٣٣٣	٣,٢
٢	بارالويد B72	٥% أسيتون	٠,٩٧٠٣	١,٠٤٢	٧,٣	٠,٩١٠٩	٦,١
٣	بارالويد F10	٥% أسيتون	٠,٨٤٥٧	١,٠٣٢٦	٢٢,١	٠,٧٨٩٠	٦,٧
٤	بلكسيسول B597	٥% ترائي كلوروايثلين	١,٠٣	١,٢٣٧٤	٢٠,١	١,٠١٢٢	١,٧
٥	بيوتيفار B98	٥% كحول أثيلي	٠,٩٣٩٥	١,٠٤٢٢	١٠,٩	٠,٨٩٦٦	٤,٥
٦	خلات البولي فنيل AYAT	٥% أسيتون	٠,٩٨١١	١,١٩٧٥	٢٢	٠,٩٥٦٠	٢,٥
٧	كلوسيل G	١% كحول أثيلي	٠,٦٢١٢	١,٦٢٤٢	١٦١	٠,٥٤٠٨	١٣
٨	عينة غير مقواة		٠,٨٧٦٦	١,٩٥٥١	١٢٣	٠,٨٦٠٤	١,٨

جدول رقم (١٣) : يوضح سلوك عينات الأخشاب المقواة السابقة بعد غمرها ٢٤ ساعة في الماء ثم تركها ٤٨ ساعة لتجف .

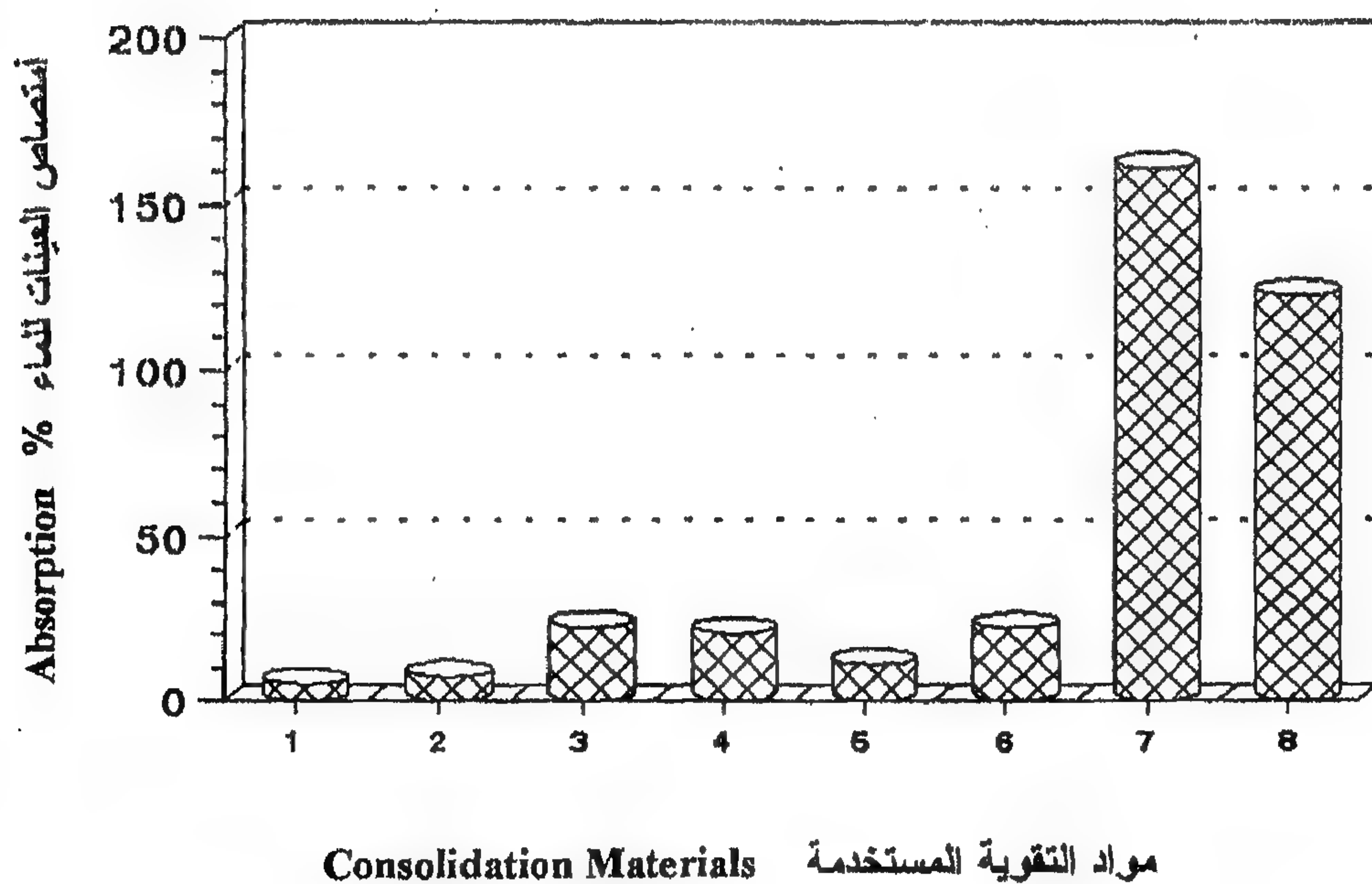
٤ - التأثير على التركيب الداخلي الدقيق :

لدراسة والتعرف على تأثير مواد التقوية على التركيب الداخلي الدقيق للخشب المتدهور بعد عمليات التقوية تم استخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح وذلك باتباع الخطوات التالية :



شكل رقم (٥٠)

يوضح العلاقة بين وزن عينات الخشب المقواة بمواد التقوية المختارة قبل وبعد الغمر في الماء ثم بعد ٤٨ ساعة من انتهاء الاختبار والموضحة بالجدول رقم (١٣).



شكل رقم (٥١)

يوضح العلاقة بين النسبة المئوية لامتصاص عينات الخشب المقواة السابقة للماء [جدول رقم (١٣)]

- تم إعداد عينات من الأخشاب المتقدمة إثنان من خشب الأرز وواحدة من خشب السرو.
- تقوية العينات بالتشرب التام بثلاثة نوعيات مختلفة من مواد التقوية التي أعطت أفضل النتائج في التجارب السابقة وهي :
 - محلول بلكسيسول B597 تركيز ٥% في التراي كلورواثيلين لتقوية عينة خشب الأرز.
 - محلول البيوتيفار B98 تركيز ٥% في الكحول الأثيل لتقوية عينة من خشب الأرز.
 - محلول بارالويد F10 تركيز ٥% في الأسيتون لتقوية عينة خشب السرو .
- تركت العينات لمدة عشرة أيام في مكان متجدد الهواء للتأكد من تبخر المذيب وتصلب مادة التقوية داخل تركيب الخشب .
- تم إعداد قطاعات من العينات المقواة للفحص باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح وذلك في الاتجاهات الثلاثة (عرضي - قطري - مماسي) إلا أنه وجد من الصعب تحديد مواضع تواجد مواد التقوية المستخدمة في القطاع القطري لذا تم الاكتفاء بفحص القطاع العرضي والمماسي حيث تم الفحص باستخدام تكبيرات مختلفة حتى يمكن التعرف على نسبة فراغات الخلايا المحتوية على مادة التقوية .
- وقد أظهر الفحص الميكروسكوبي عدم انتظام انتشار مادة التقوية داخل الخشب حيث ظهرت الفراغات الخلوية في بعض القصيبات ممثلة بكتلة صلبة من مادة التقوية أو طبقة سميكة داخل الجدار الداخلي للفراغ . بينما أظهرت قصيبات أخرى احتواءها على كمية قليلة من مادة التقوية أو خلوها تماماً مما نتج عنه ظهور التغلظ الحزوني بصورة واضحة داخل هذه القصيبات الفارغة . كما أظهر الفحص وجود تركيز عال من مادة التقوية في طبقة السطح نتج عنه وجود عدد كبير من القصيبات ممثلة بمادة التقوية عن قلب العينة .
- وتوضح الصور رقم (١٣٢-١٣٣-١٣٤-١٣٥-١٣٦-١٣٧-١٣٨-١٣٩) سلوك مواد التقوية المختلفة داخل التركيب الداخلي الدقيق لعينات الخشب المقواة .

ز] اختبارات تحديد قابلية مواد التقوية المختارة للأصابة بالفطريات :

تمثل هذه الاختبارات أهمية خاصة عند اختبار وتقييم مدى صلاحية مواد التقوية في علاج الآثار الخشبية خاصة التي تعاني من إصابات فطرية سابقة مثل التماثيل موضوع البحث . إذ أن معظم هذه المواد تشتمل على كربون وبالتالي تمثل بيئة صالحة لنمو هذه الكائنات عند توفر الظروف الملائمة لعمليات النمو خاصة في حالة المواد ذات السلاسل المفتوحة مما يسهل عمليات التغذية للفطريات بالمقارنة بالمواد المؤلفة من سلاسل حلقية . ومن هنا فإن هذه الاختبارات تهدف إلى تحديد مدى إسهام مواد التقوية المختارة كمصدر كربوني في نمو الفطريات على الأخشاب المستخدمة فيها مع المقارنة بالنمو الفطري على بيئات قياسية وعلى الأخشاب السليمة والتي تعرضت لإصابات فطرية سابقة لتحديد التأثير الفعلي للنمو الفطري لهذه المواد على المواد المستخدمة معها .

وقد تمت هذه الاختبارات في وحدة الميكروبيولوجي بمركز بحوث وصيانة الآثار التابع للمجلس الأعلى للآثار^(١) حيث تم اختيار ثمانية من مواد التقوية السابقة والتي تمثل أكثر المواد استخداماً في ترميم الأخشاب وأجريت عليها الاختبارات باتباع الخطوات التالية :

١- أعداد بيئات الاختبار كوسط غذائي لنمو الفطريات من المكونات التالية :

٢- اجم نترات صوديوم

٢/١ جم كبريتات منجنيز .
 ٢/١ جم كلوريد بوتاسيوم .
 ١ جم فوسفات البوتاسيوم الثنائي الهيدروجين .
 ١٥ جم آجار .
 وقد تم إذابة هذه المكونات في ١ لتر ماء صنبور ثم أجريت عليها عمليات تعقيم بالأوتوكلاف عند درجة حرارة ١٢١ م وضغط جوى ١,٥ .

٢- تم صب الوسط الغذائي السابق في أطباق بترى معقمة ثم حقنت بمجموعة من الفطريات التي تم عزلها من التماثيل الخشبية موضوع البحث (خمس كائنات) مع إضافة أحد فطريات التحلل (Decay Funges) ، وقد تم حقن كل كائن على حدة على ثمانية أطباق (عدد المواد المختبرة) وبدا أصبح لدينا ٤٨ طبق كل ثمانية تمثل مزرعة لنوع واحد من الفطر .
 ٣- تم نثر مواد التقوية المختبرة بالأطباق المحقونة بالفطريات لتمثل المصدر الكربوني الوحيد لتغذية هذه الكائنات وقد أضيفت هذه المواد بالحالة التي يحصل عليها تجارياً كبلاورات أو مسحوق أو سائل عالي التركيز وبدا تم إعداد ستة أطباق بترى لكل مادة من مواد التقوية الثمانية يشتمل كل منهما على نوع مختلف من الفطريات .

٤- تم تنمية الكائنات الستة السابقة على أوساط غذائية كاملة التكوين (تحتوى على المصدر الكربوني) وذلك لمقارنتها بالأوساط الغذائية السابقة المضاف إليها مادة التقوية كمصدر كربوني بها . وبذلك أصبح لدينا ستة أطباق تمثل كل منها بيئة قياسية لكل من هذه الكائنات التي استخدمت في بيئات التقوية .

٥- تم تحضير أطباق البيئات القياسية والبيئات المحتوية على مواد التقوية في حضانات خاصة في نفس الظروف عند درجة حرارة ٢٨ م وذلك لمدة عشر أيام للبيئات القياسية التي بلغت أقصى نموها في هذه الفترة وخمسة عشر يوماً للبيئات المحتوية على مواد التقوية لمنحها مزيد من الوقت للنمو .

٦- سجلت النتائج اعتماداً على التقييم البصري لكثافة النمو على كل من بيئات مواد التقوية المختبرة مقارنة بالبيئات القياسية مع دراسة سلوك نمو الفطريات على مواد التقوية والوسط المحيط [الجدول رقم (١٤)] [صور رقم (١٤١-١٤٢-١٤٣-١٤٤-١٤٥-١٤٦)] .

ومن نتائج التقييم البصري لكل من بيئات الاختبار المحتوية على مواد التقوية كمصدر كربوني ومقارنتها بالبيئة القياسية المقابلة لوحظ أن جميع مواد التقوية المختبرة قابلة لنمو الفطريات عليها بأشكال ودرجات مختلفة إلا أن هذا النمو يتراوح من ضعيف إلى ضعيف جداً بالمقارنة بالنمو الكثيف على العينات القياسية ، هذا بجانب أن النمو يتواجد في معظم الحالات بصورة أكثر على الوسط عنه على بلورات مواد التقوية [جدول رقم (١٥)] .

وللتعرف على دور مواد التقوية في التأثير على مدى تعرض الأخشاب للإصابة الفطرية تم حفظ عينتان من خشب متقادم تعرض لإصابة سابقة بإحدى فطريات التحلل في ظروف مناسبة لنمو الفطريات ، إحداهما تم تقويتها باستخدام مادة البلكسيول B597 والأخرى تركت بدون تقوية، وقد تم تحضير العينات في حضانات خاصة عند درجة حرارة ٢٨ م ورطوبة مرتفعة وتركها لحوالي ثلاثة أشهر مع الملاحظة المستمرة ، فلاحظ ظهور نمو فطري بصورة سريعة على العينة غير المقواة بينما العينة المقواة ظلت كما هي ثم بدأ ظهور نمو ضعيف.

جدول (١٤) : سلوك نمو الفطريات المزروعة على مواد التقوية المختارة
فترة التحضين ١٥ يوم عند درجة حرارة ٢٨ ° م .

الرقم	المادة المختبرة	الفطر المزروع	المشاهدة
١	بللورات بارالويد B44	Asp. niger	يوجد نمو على جزء صغير من البللورات ومنتشرة على الوسط كذا يوجد نمو لفطر آخر يميل للون الابيض على بعض البللورات وعلى الوسط .
		Asp. flavus	النمو على شكل خطوط قائمة اللون في الوسط تمر حول أو أسفل البللورات بدون أن تنمو عليها بصورة عامة إلا أن عدد قليل من البللورات يوجد عليها نمو ضعيف جداً
		Asp. Sulforous	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Cladosporium	يوجد نمو على البللورات إلا أنه أقل من نمو الفطر على الوسط
		Alternria	يوجد نمو على جزء كبير من البللورات
		Broun rot	نمو بسيط على البللورات إلا أن النمو على الوسط أكثر
٢	بللورات بارالويد B48	Asp. niger	تجمع كثيف للنمو القطري حول البللورات
		Asp. flavus	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Asp. Sulforous	يوجد نمو فوق بعض البللورات
		Cladosporium	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Alternria	نمو خفيف فوق معظم البللورات
		Broun rot	نمو ضعيف جداً فوق نسبة بسيطة من البللورات
٣	بارالويد B67 بللورات	Asp. niger	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Asp. flavus	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Asp. Sulforous	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Cladosporium	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Alternria	نمو ضعيف على بللورات المادة وبصورة أكبر على الوسط
		Broun rot	لايوجد نمو على المادة نفسها

تابع جدول (١٤)

الرقم	المادة المختبرة	الفطر المزروع	المشاهدة
٤	بارالويد B72 بللورات	Asp. niger	نمو فطري ضعيف جداً معظمه حول البللورات ونسبة قليلة فوق البللورات بصورة أقل بكثير من النمو على الوسط
		Asp. flavus	نمو ضعيف على جزء كبير من البللورات بما يتعدى النمو السابق ألا أن النمو على الوسط أكثف
		Asp. Sulforous	نمو ضعيف جداً حول بعض البللورات
		Cladosporium	النمو معظمه حول البللورات أو فوق الوسط
		Alternria	نمو ضعيف جداً فوق بعض البللورات
		Broun rot	نمو ضعيف جداً فوق بعض البللورات
٥	مسحوق كليوسيل GF	Asp. niger	النمو منتشر على كل الطبقة
		Asp. flavus	النمو يتجمع فوق مسحوق المادة بصورة أكثف من الوسط
		Asp. Sulforous	يوجد تجمعات على الوسط ومسحوق المادة
		Cladosporium	يوجد على الطبقة على شكل خطوط شبة مستقيمة ومتوازية
		Alternria	يوجد بصورة أضعف من السابق وبنفس الشكل
		Broun rot	نمو بصورة ضعيفة على سطح الطبقة
٦	مسحوق ميثيل السليولوز	Asp. niger	نمو ضعيف فوق أجزاء من المادة بصورة أقل من النمو على الوسط
		Asp. flavus	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Asp. Sulforous	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Cladosporium	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Alternria	نمو ضعيف على بعض وحدات المادة
		Broun rot	لايوجد نمو على المادة نفسها

تابع جدول (١٤)

الرقم	المادة المختبرة	الفطر المزروع	المشاهدة
٧	محلول مركز من الفيتافيل . (مستحلب خلاص البولي فينيل)	Asp. niger	النمو على شكل تجمعات المادة بصورة أكثر من الوسط
		Asp. flavus	لا يوجد نمو على المادة نفسها
		Asp. Sulforous	يوجد نمو ضعيف على المادة والوسط
		Cladosporium	نمو كثيف على الوسط أكثر من المادة
		Alternria	النمو على شكل تجمعات منتشرة أكثر كثافة على الوسط
		Broun rot	لا يوجد نمو على المادة نفسها
٨	محلول مركز من Plexisol	Asp. niger	لا يوجد نمو على المادة نفسها
		Asp. flavus	يوجد نمو ضعيف على سطح المادة يتمشى مع شكل النمو بالوسط
		Asp. Sulforous	نمو ضعيف جداً متجمع على أجزاء قليلة من المادة
		Cladosporium	لا يوجد نمو على المادة نفسها
		Alternria	نمو ضعيف متجمع على المادة بصورة أكثر من الوسط
		Broun rot	نمو منتشر على الوسط ومحيط بالمادة بصورة أكثر من موتها

جدول رقم (١٥) : نتائج المزارع الفطرية لمواد التقوية المختارة مع مقارنة كثافة النمو
بالنمو بالمزارع القياسية .

الفطريات المزعة	المزارع الفطرية لمواد التقوية المختارة (فترة تحضين ١٥ يوم)								المزارع القياسية
Cultures	١ B44S	٢ B48S	٣ B67	٤ B 72	٥ كلوسيل G	٦ M.C	٧ فيتافيل	٨ بلكسيسول	(فترة التحضين ١٠ أيام)
Asp. niger	++	++	-	+	++	++	++	-	+++++
Asp. Sulforous	+	+	-	++	++	-	-	++	+++++
Asp. flavus	-	-	-	+	++	-	++	+	++++
Alternria	++	++	++	+	++	-	++	-	+++++
Cladosporium	++	++	-	+	+	++	++	++	+++++
Broun rot	+	+	-	+	+	-	-	+	++++

* خالية من النمو : -
* نمو ضعيف : ++
* نمو كثيف : ++++

* نمو ضعيف جداً : +
* نمو متوسط : +++
* نمو كثيف جداً : +++++

ج] نتائج دراسات واختبارات مواد التقوية

بناء على الدراسة السابقة التي تمت على مختبرات من مواد التقوية شائعة الاستخدام في مجال ترميم الأخشاب ، تم إثبات تعرض بعض خواص هذه المواد للتغير الذي يمكن إرجاعه إلى تأثير العديد من العوامل سواء الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية التي تتوفر خلال عمليات التقادم ، وقد تراوح تأثير هذه العمليات من مادة إلى أخرى حسب طبيعة وتركيب هذه المواد حيث لوحظ التالي :

(١) فقدان معظم أفلام مواد التقوية المتقدمة جزء من مرونتها. وقد لوحظ أن راتنجات البولي فينيل بوجه عام أصبحت أكثر قوة وأقل مرونة عن راتنجات الأكريليك بينما مشتقات السليولوز ظلت محتفظة بجزء كبير من مرونتها . وقد أثبتت التجارب أن أكثر المواد المختبرة ميلاً للقصامة هي مادة بارالويد B67 حيث بدأ ظهور هذه الخاصية بعد تمام الجفاف لذا فإنه يفضل عدم استخدامها في عمليات التقوية .

(٢) تعرضت راتنجات البولي فينيل للأصفرار بصورة أسرع عن راتنجات الأكريليك وقد لوحظ أن محاليل هذه المواد تعرضت للأصفرار بصورة أكثر وضوحاً عن الفيلم الجاف . حيث أكثرها تعرضاً للأصفرار محاليل بارالويد B67 ثم بارالويد F10 فبارالويد B48s . أما الفيلم الجاف من مادة الفينافيل فقد أصبح يميل للأبيضاض مع زيادة المرونة .

(٣) لم تقبل جميع مواد التقوية المختارة الذوبان بصورة كاملة فقد أعطت مشتقات السليولوز أعلى قابلية للذوبان (٩٨,٧ - ٩٩,٥) يليها بعض راتنجات الأكريليك بدأ من بارالويد B67 وبارالويد B44s وبلكسيسول B597 ، بارالويد F10 ثم بارالويد B72 أما بارالويد B48s فيعتبر أقل راتنجات الأكريليك قابلية للذوبان (٤٥,٨%) بينما بلغت نسبة قابلية الذوبان في راتنجات البولي فينيل ٩٦% في حالة بيوتيفار B 90 يليها خلاص البولي فينيل AYAT ثم بيوتيفار B72 أما في حالة بيوتيفار B98 فبلغت ٨٨,٥% . وفي حالة الفينافيل تعرض الفيلم المتقادم إلى الانتفاخ والازدياد في الحجم مع ذوبان جزء منه بلغ ٦% في حالة استخدام الماء كمذيب ، ٤٦,٨% عند استخدام الأسيتون كمذيب . ويستنتج مما سبق أنه لا توجد مادة تقوية قابلة للإزالة بصورة كاملة.

(٤) تعرضت بعض مواد التقوية بعد الجفاف إلى الانكماش الذي بلغ أعلى قيمة في حالة بعض نوعيات ميثيل السليولوز، مما يحذر عدم استخدام هذه النوعيات في تقوية طبقات الجسو الرقيقة التي تغطي سطح الخشب إذ إن قابليتها العالية للانكماش يمكن أن تعرض هذه الطبقة إلى إجهادات قد تؤدي إلى ظهور شروخ دقيقة مع إمكانية الانفصال عن السطح لذا يفضل اختبار قابلية نوعيات ميثيل السليولوز المختارة للانكماش قبل الاستخدام ، واستخدام النوعيات التي لا تتعرض للانكماش ، مع الوضع في الاعتبار استخدام تركيزات معتدلة نظراً لزيادة قابلية الانكماش عند استخدام التركيزات العالية. كذلك تعرضت مادة البيوتيفار B72 بعد الجفاف أيضاً للانكماش ولكن بنسبة أقل .

(٥) تعرضت معظم مواد التقوية إلى تغير في قيمة الأس الهيدروجيني بعد التقادم سواء بالميل إلى الحامضية كما في حالة بارالويد B44s ، بارالويد B67 ، بارالويد B72 ، بارالويد F10 أو بتحولها إلى الحامضية كما في حالة بارالويد B48s

وخلات البولى فينيل والفينافيل. كما تحول بعضها إلى القاعدية مثل بيوتيفار B 72 وميثيل السليولوز ، أما كلا من الأفلام المتعادلة للكلوسيل G والبيوتيفار B98 والبيوتيفار B70 فقد ظلت متعادلة بينما تحول فيلم البلكسيسول B597 من الميل للحامضية إلى التعادل . وقد لوحظ أن محاليل مستحلبات البولى فينيل حامضية وتزداد فى الحامضية بالتقادم وبوجه عام فإن راتنجات البولى فينيل تكون عادة أكثر حامضية عن راتنجات الأكرليك .

أما الدراسات التطبيقية لمختارات من المواد السابقة على عينات متقدمة من الأخشاب فقد أوضحت تأثير هذه المواد على الخواص العامة للأخشاب حيث توصل للنتائج التالية:

(١) لا توجد مادة تقوية يمكن أن تعطى تقوية كاملة للأخشاب ، إذ بدراسة التركيب الداخلى الدقيق للأخشاب المقواه بمواد مختلفة وجد أنه مهما اختلفت نوعية المادة المستخدمة أو درجة تركيزها وقدرتها على النفاذية فإنه لا يمكن أن تملأ جميع فراغات خلايا الخشب بصورة كاملة ، إلا أن سلوكها داخل خلايا الخشب يختلف حسب نوع المادة ودرجة تركيزها بجانب نوع المذيب المستخدم .

(٢) تسببت جميع مواد التقوية فى تغير لون الخشب بدرجات مختلفة بلغت أعلى قيمة عند إستخدام بارالويد B48s وخلات البولى فينيل AYAT ثم البيوتيفار B98 وأقل قيمة عند إستخدام بلكسيسول B597 فالكلوسيل G ثم بارالويد F10 أما بارالويد B72 فأعطى تغير معتدل .

(٣) تأثير مادة البلكسيسول B597 على لون الخشب تغير حسب نوع المذيب المستخدم حيث أعطى أقل تغير عند إستخدام الطولوين أو التراى كلوروأثيلين بينما أعطى تأثيراً أوضح مع لمعان السطح عند إستخدام خلات الأميل .

(٤) أعطت مادة البارالويد B48s أعلى معدل صلابة لعينات الخشب المقواة يليها خلات البولى فينيل بينما أعطت مادة البلكسيسول B 597 أقل معدل يليها الكلوسيل G ثم بارالويد F10 ، أما كلا من بارالويد B72 ، بيوتيفار B98 فقد أعطيا معدل معتدل

(٥) أكثر مواد التقوية المختبرة تسبباً فى زيادة وزن الخشب وبالتالي الأكثر نفاذية بارالويد F10 يليها بارالويد B72 ثم بارالويد B48s فخلات البولى فينيل ثم بيوتيفار B98 والبلكسيسول B597 ، بينما الكلوسيل G أقلهم تأثيراً ويرجع ذلك إلى لزوجة العالية .

(٦) توقف مدى تأثير الأخشاب المقواة بالغمر فى الماء على نوع مادة التقوية المستخدمة حيث بلغ أعلى قيمة فى امتصاص الماء عند إستخدام الكلوسيل G ، ويرجع ذلك بجانب التركيز المنخفض والنفاذية المحدودة للكلوسيل إلى قابليته للذوبان فى الماء . وقد لوحظ أن تشرب هذه العينة أكبر من تشرب العينة غير المقواة وقد يرجع ذلك إلى أن إستخدام الكحول الأثيلى كمذيب للكلوسيل ساعد على تفتح مسام الخشب وبالتالي زيادة قابليته لتشرب الماء بعكس الخشب المتقدم غير المقوى الذى تملأ مسامه مخلفات عمليات التقادم مما أثر على قابليته لتشرب الماء وقد تراوح تأثير الغمر فى الماء على عينات الأخشاب المقواة بباقي مواد التقوية فى الحدود المعتدلة

حيث بلغ أعلى قيمة في التشرب عند استخدام بارالويد F10 ثم خلات البولى فينيل فالبكسيبول B597 ثم بيوتيفار B98 فالبارالويد B72 بينما بارالويد B48 أعطى أقل قيمة في التشرب .

(٧) تعرضت عينات الخشب المقواة التي تم غمرها في الماء بعد ٤٨ ساعة من تركها لتجف إلى الانخفاض في الوزن الأصلي ويرجع ذلك إما إلى ذوبان جزء من مادة التقوية المستخدمة في الماء، أو إلى نزح الماء لجزء من مسحوق الخشب. وقد بلغت نسبة الانخفاض في الوزن أعلى قيمة في حالة استخدام الكلوسيل G (١٣%) وأقل قيمة عند استخدام بلكسيبول B597 (١,٧%) مما يوضح أن هذه المادة توفر حماية جيدة للأخشاب ضد تأثير الماء إذ أنها لا تذوب في الماء ولكن تسمح بنسبة محددة من النفاذ .

(٨) عند إجراء عمليات تقوية للأخشاب بالتشرب لابد أن يوضع في الاعتبار بعض الحقائق الهامة التي يتوقف عليها مدى نجاح هذه العمليات وهي:

* الأنواع المختلفة من الأخشاب تختلف في مدى نفاذيتها للسوائل إذ أن بعضها مثل خشب دوجلاس فير تكون نفاذية قليلة بينما تتميز أنواع أخرى مثل الصنوبر والبلوط الأبيض بالنفاذية العالية، وبالتالي فإن اختيار المواد والتركيزات المستخدمة في عمليات التقوية يتوقف على نوع الخشب المراد تقويته والذي كلما زادت كثافته كلما قلت نفاذية السوائل خلاله.

* الخشب العصاري يمتص السوائل أكثر من الخشب القلبي.

* امتصاص الأخشاب للسوائل يتوقف حسب اتجاه التطبيق إذ إن امتصاص السوائل في اتجاه الألياف [الاتجاه الطولي] يبلغ من ١٠ إلى ١٠٠ مرة أسرع عن الاتجاه عكس الألياف [الاتجاه العرضي].

* نوعية المذيب المستخدم تؤثر بصوره فعالة في مدى كفاءة المادة المقوية المستخدمة، فالمذيبات القطبية مثل الأسيتون والكحول الأثيري تعطى نتيجة أفضل عن المذيبات غير القطبية مثل التولوين الذي يسبب زيادة لزوجة السوائل وبالتالي تأثر النفاذية.

* رفع درجات الحرارة يؤدي إلى زيادة الامتصاص أذ أنه يسبب خفض لزوجة السوائل.

وقد أكدت الدراسات التكميلية التي أجريت لتوضيح تأثير الفطريات على مواد التقوية المختارة أن هذه المواد بوجه عام قابلة لنمو الفطريات بأشكال ودرجات مختلفة ويرجع ذلك إلى أن جميع المواد التي تحتوي على الكربون تكون عرضة للهجوم الفطري ، إلا أن هذا النمو تراوح من ضعيف إلى ضعيف جداً إذا ما قورن بالنمو العادي على وسط اعتيادي . وقد لوحظ في بعض المزارع الفطرية التي استخدمت فيها مواد التقوية كمصدر وحيد للغذاء أن الفطر قد فضل النمو على الوسط عنة على مواد التقوية وربما يرجع ذلك إلى وجود بعض الأملاح المعدنية في الماء المستخدم لإعداد هذا الوسط . كما توضح النتائج التي توصل إليها أختلاف وتراوح درجة النمو الفطري من مادة إلى أخرى حيث نمت بعض الفطريات المزروعة على بعض مواد التقوية بينما لم تنمو على مواد أخرى وقد يرجع إلى ذلك إلى طبيعة تركيب هذه المواد خاصة في حالة المواد ذات السلاسل الطويلة القصيرة التي تسهل عمليات التغذية للفطريات بالمقارنة بالمواد ذات السلاسل الطويلة المتفرعة .

فالنمو الفطري في المزارع المستخدم فيها بارالويد B48s كمصدر غذائي أكثر كثافة عن باقى المزارع ، بينما أقل المزارع كثافة فى النمو المستخدم فيها بارالويد B72 والبلكسيسول . هذا بجانب أن عدد الكائنات التى نمت فى المزارع المستخدم فيها بللورات بارالويد B67 كمصدر للتغذية من الستة كائنات المستخدمة فى التجارب كائن واحد فقط بينما فى حالة بارالويد B44s خمسة كائنات وكذلك خمسة كائنات مع بارالويد B48s ، أما المزارع المستخدم فيها بارالويد B72 فقد نمت عليها ستة كائنات فى نمو ضعيف جداً وكذلك ستة كائنات مع الكلوسيل G ، بينما نما كائنان فقط فى المزارع المستخدم فيها مسحوق ميثيل السليولوز ، وأربعة كائنات فى المزارع المستخدم فيها محلول الفينافيل وكذلك أربعة كائنات تتراوح من ضعيف إلى ضعيف جداً فى حالة محلول البلكسيسول B597 . كما أكدت الدراسات التى أجريت على عينات الخشب المقواة بإستخدام مواد التقوية السابقة أن النمو الفطري على هذه الأخشاب أبطء بكثير عنة فى حالة عينات الخشب غير المقواة مما يثبت أن مواد التقوية تساعد بصورة غير مباشرة فى إبطاء تأثير الإصابة الفطرية على الأخشاب حسب نوع وتركيب مادة التقوية المستخدمة .

وبناء على النتائج السابقة أستبعد إستخدام مواد التقوية التالية فى عمليات تقوية التماثيل الخشبية المختارة :

- بارالويد B48s نظراً لصلابته العالية وتأثيره الواضح على لون ومظهر الخشب كما أن فيلمه المتقادم حامضى بجانب عدم قابليته للذوبان بصورة كاملة.
- بارالويد B67 نظراً لفقدته خاصية المرونة وتحولة إلى فيلم قصيم.
- بيوتيفار B98 بسبب لزوجته العالية التى تحد من نفاذيتها بالخشب وتتطلب أستخدامة كمحلول منخفض التركيز، كما أنه لايقبل الذوبان بصورة كاملة بعد التقادم .
- خلاص البولى فينيل حيث أنها تسبب تغير كبير فى لون الخشب مع لمعان السطح بجانب الصلابة العالية وارتفاع الحامضية .
- الفينافيل نظراً لفقدانه الشفافية وتحولة لليونة عند التقادم بجانب ارتفاع حامضية وعدم قابليته للذوبان بعد الجفاف إلا بنسبة محدودة .
- نوعيات ميثيل السليولوز التى تتعرض للأنكماش بصورة كبيرة بعد الجفاف مع ميلها للقاعدية، ونفس الوضع بالنسبة لبيوتيفار B72 وأن كان تعرضه للأنكماش أقل .
- كلوسيل G بسبب لزوجته العالية التى تقتضى إستخدامة كمحلول مخفف بدرجة كبيرة (١%) مع الحصول على تقوية ضعيفة هذا بجانب قابليته للذوبان فى الماء بعد التقادم مما لايمنح الخشب أى حماية ضد الماء.

ثالثاً : الدراسات التجريبية على المواد والمخاليط المائلة

تم إختيار مجموعة متنوعة ومختلفة في الخواص والصفات والسلوكيات من المخاليط والمواد المائلة التي تستخدم في عمليات تدعيم الأخشاب الأثرية ، وذلك للتعرف على تأثيرها على الأخشاب ومدى ملائمتها للإستخدام في عمليات الترميم مع عمل مقارنة بين سلوكيات وخواص كل منها بغية التوصل إلى أفضلها في الإستخدام بما يتناسب مع طبيعة وحالة الأخشاب الأثرية المتقدمة .

[أ] المواد والمخاليط التي تم إختيارها :

١- خشب البلسا [Ochroma SPP.] (١) :

يتميز هذا النوع من الخشب بالوزن الخفيف إذ أن معدل الثقل النوعي له يتراوح من ٠,١٠ إلى ٠,٢٠ وبالرغم من أنه يتبع مرتبة الأخشاب الصلبة إلا أنه يتميز بالطراوة ، وهو يعتبر خشب قوى نسبياً بالنسبة إلى وزنه الذي يختلف حسب ظروف النمو وموضعة فـى الشجرة حيث يتراوح ما بين ٤٠ كيلو جرام / م^٣ إلى ٣٢٠ كيلو جرام / م^٣ وذلك عند ١٢% رطوبه محتواة ، أما في حالة الأخشاب التي تستخدم تجارياً فيتراوح وزنها من ٨٠ كيلو جرام/م^٣ إلى حوالى ٢٥٠ كيلو جرام / م^٣ وذلك عند رطوبة محتواة ١٢% ، أما لونه فيتدرج بين الأبيض إلى البيج والبنى الفاتح ، يشوبه أحياناً لون بنى أو أصفر ويكون عاده ذو بريق حريرى وتجايزع مستقيمة . وبالرغم من أن له خواص قوى منخفضة بسبب كثافته المنخفضة إلا أنه خشب راسخ متين سهل التشغيل والتشكيل على أن يراعى إستخدام أدوات حادة حتى يمكن الحصول على نتيجة جيدة وإلا تعرض السطح للنقثيت وهو قليل الحركة إذ تبلغ حركته في الإتجاه المماس ٢% وفي الإتجاه القطرى ٠,٦% كما أنه يتميز بالإستقرار والثبات في حالة الجفاف ، هذا بجانب أنه موصل ردئى للحرارة وإمتصاص عالى للصوت .

٢- مخاليط راتنج الأيبوكس : (١)

من راتنجات الثرموسيتنج Thermosetting Resins التى تتصلب بالحرارة وتتميز بالصلابة العالية وصعوبة التشكيل بجانب عدم التغير في الأبعاد ، ولتحسين خواصة مع إمكانية تشكيلة يضاف إليه مادة مائلة خاملة ، وقد إستخدم في التجارب خليط من :

* أريدت Py 1092 مع المجد Hy 1092 [W/A] وذلك بنسبة ١:٢ مضافاً إليه نشارة الخشب الناعمة المنخولة بنسبة ١:١ ، ١:٢ بالحجم .

(1) Johnson , H. ;Op.Cit.,p.250.

- Hoadly, B. ;"Understanding Wood" , The Taunton Press.U.S.A., 1994,p.63.

- Jackson, A.and Day, D.;Op.Cit., p. 79.

(2) Horie ,C.V. ; "Materials For Conservation" Butterworths and Co. Ltd., England, 1987 , pp.170-175.

* أرالديت Py1092 مع المجدد Hy1092 مضافاً إليه الميكروبالون الزجاجي بنسبة ١:١ ،
١:٢ بالحجم [M / A].

* أرالديت Py 1092 مع المجدد Hy 1092 مضافاً إليه مسحوق الخشب الناعم
والميكروبالون الزجاجي [M\W\A] بنسبة ١:١:٢ ، ١:١:٤ بالحجم .

وقد روعي أن يترك الخليط لفته قبل التطبيق مع التقليب حتى يزداد في السمك وذلك لمنع
تدفق الأيبوكس إلى السطح .

٣- مخاليط الراتنجات الصناعية والمواد المائلة الخاملة :

* خليط من Butvar (بولي فينيل بيوتيرال) المذاب في الكحول الأثيلي بتركيز ٥% بالوزن
مع مسحوق نشارة الخشب الناعمة المنخولة للحصول على مسحوق ذوحبيبات دقيقة متجانسة
خالية من أي شوائب مع إضافة بودرة التلك إلى النشارة بنسبة ١:٢ بالوزن وذلك لمليء
الفراغات بين دقائق النشارة حتى نحصل على خليط متماسك ناعم قليل الإنكماش . ويتم خلط
مكونات الخليط جيداً مع مراعاة أن يكون متوسط السيولة ثم يترك لفترة قبل التطبيق حتى
يتماسك قليلاً وتتداخل مكوناته معاً لتقليل تدفق الوسيط اللاصق للسطح .

* مستحلب خلات الفينيل (الفينايفيل) المضاف إليه نشارة الخشب الناعمة جيدة النخل مع بودرة
التلك بنسبة ١:٢ ويستمر الخلط حتى نحصل على قوام معتدل ، وفي حالة زيادة تركيز الوسيط
اللاصق يتم تخفيفه باستخدام الماء أو خليط من الماء والكحول الأثيلي بنسبة ١:٢ .

* خليط من نشارة الخشب الناعمة المضاف إليها بودرة التلك بنسبة ١:٢ بالوزن مع استخدام
البارالويد B 72 المذاب في الأسيتون بنسبة ١٥% بالوزن كوسيط لاصق [B72\T\W] .

* خليط من الميكروبالون الزجاجي Glass Microballoons ^(١) B 38-4000 ذو الكثافة
العالية مضاف إليه بارالويد B 72 المذاب في الأسيتون والأيثانول بنسبة ١:١ وتركيز ١٥%
[B72\M]. والميكروبالون مادة خاملة غير سامة تستخدم كمادة مائلة خفيفة الوزن لأعطاء
خليط متجانس قوى خفيف سهل التشكيل والتطبيق والتلوين كما أنه يساعد على منع إنكماش
الخليط عند الجفاف ، ويمكن الحصول عليه بمعدلات معتدلة من الكثافة وقوى الضغط .

ويوجد نوعان أساسيان من الميكروبالون ^(٢) الأول هو الميكروبالون
الفينولي Phenolic Microballoons وهو ذو لون بني يميل للإحمرار ، يعطي خليط
خفيف الوزن ، قابل للانضغاط ، خامل لا يتعرض لتغير الأبعاد ، كما أنه سهل التشكيل . أما النوع
الثاني فهو الميكروبالون الزجاجي Glass Microballoons وهو ذو لون أبيض وجزئيات

^(١) Hatchfield, P.; "Note On a Fill Material for Water Sensitive Objects", Journal
of the American Institute for Conservation , Vol.25, No.2, U.S.A., 1986,
pp. 93-94.

^(٢) Thornton, J.; "Minding the Gap, Filling Losses in Gilded and Decorated
Surfaces", Gilding and Surface Decoration , The United Kingdom
Institute for Conservation, London , 1991 , p.13.

كبيرة بالمقارنة بجزئيات كربونات الكالسيوم ، وهو قابل للانضغاط مما يعطى سطح سهل التتعيم . وحيث أن الزجاج لايتفاعل مع معظم الراتنجات لذا فهو يضاف إلى العديد من الراتنجات للإستخدام في مجال الترميم هذا بجانب أن الشكل الكروي لجسيمات الميكروبالون يسمح بإستخدام نسبة قليلة من الراتنجات في تكوين مخاليط الإستكمال مما يؤمن إنخفاض معدلات الإنكماش كما يضاف إلى بعض الراتنجات لتخفيض التأثير الحرارى أثناء عمليات التصلب .

* خليط من الميكروبالون الزجاجي والبارالويد B 48s المذاب في الأسيتون بنسبة ١٥% بالوزن [B48s \M] ويراعى أن يكون قوام الخليط متوسطاً إذ أن السيولة الزائدة تسبب هبوط السطح كما أن سمك القوام يسبب صعوبة التطبيق بجانب قلة المادة الرابطة مما ينتج عنه ضعف التماسك .

* خليط من نشارة خشب ناعمة خالية من الشوائب والميكروبالون الزجاجي بنسبة ١:٢ بالوزن مع إضافة بارالويد B72 المذاب في الأسيتون بتركيز ١٥% كوسيط لاصق [B72\W\M] .

* مسحوق الخشب الناعم المتجانس مضافاً إليه مسحوق التلك بنسبة ١:١ مع إستخدام كوسيط لاصق الكلوسيل Klucel GF المذاب في الكحول الأيثلي بتركيز ٥% .

* مسحوق الخشب الناعم المتجانس مضافاً إليه مسحوق الطباشير الدقيق الحبيبات مع إستخدام البارالويد B72 المذاب في الأسيتون بتركيز ١٥% كوسيط لاصق .

* مسحوق من الخشب الناعم المتجانس المخلوط مع مسحوق التلك بنسبة ١:١ والمضاف إليه ميثيل السليولوز المذاب في الماء مع إضافة قليل من الكحول الإيثلي وذلك بتركيز ٣% .

٤- خليط الشموع :

* جزء واحد من شمع النحل مضافاً إليه جزئين بالوزن من مسحوق الطباشير الناعم المتجانس

* جزءان بالوزن من شمع النحل مضافاً إليهما جزء واحد من راتنج القلفونية وجزء واحد من مسحوق الخشب الناعم .

٥- خليط من غراء حيوانى ومادة خاملة :

* خليط من محلول غراء الأرنب مع نشارة خشب ناعمة ومسحوق التلك، ويحضر غراء الأرنب بإزابة جزء من الغراء إلى عشرة أجزاء من الماء بحيث ينقع الغراء أولاً في الماء لمدة ساعة إن كان على شكل مسحوق أو لمدة يوم إى كان على شكل قطع سميكة ثم يسخن بعد ذلك على حمام مائى حتى يذوب الغراء تماماً ويستخدم وهو دافئ .

* خليط من محلول غراء الجلود Hide Glue المضاف إليه نشارة الخشب الناعمة ومسحوق التلك بنسبة ١:٢ ويحضر غراء الجلود بنفس الطريقة السابقة .

* معجون خشب سابق التحضير "Wood Filler" مكون من بودرة خشب طبيعي ووسيط صناعي لاصق وهو يحتوى على أسيتون وكحول أيزوبروبيلي ، وعند جفافه يصبح صلب و يعطى مظهر الخشب الطبيعي ، وعند الرغبة فى تقليل تماسكة يندى بالأسيتون ثم يخلط جيداً ويطبق باستخدام فره عريضة مرنة ، ويمكن الحصول عليه فى عبوات بلاستيكية محكمة الغلق من محلات بيع مستلزمات الديكور .

* عجينه ورق سابقة التجهيز "Paper Clay" يحصل عليها على شكل قوالب مغلفة فى ورق خاص يمنع تعرضها للجفاف وهى مكونة من خليط من مسحوق الورق والتلك مع النشا كوسيط لاصق بجانب رماد بركانى ومادة مانعة لنمو الفطريات ، وهى خفيفة الوزن تجف بسهولة فى الهواء ، ولزيادة مرونتها يمكن تنديتها بالماء مع تشغيلها بين الأيدي حتى نحصل على عجينه طرية متجانسة سهلة التشكيل وعند الجفاف تصبح صلبة خفيفة الوزن ويمكن نظرية سطحها لإعادة تشكيلة بعد التصلب بالتنديه بالماء وفى حالة عدم الاستخدام تحفظ داخل محتوى محكم الغلق حتى لا تجف .

ب[الاختبارات الكيفية لتحديد الخواص العامة للمواد والمخاليط المائلة المختارة

لتحديد الخواص العامة والمظهر للمواد والمخاليط المائلة المختارة خلال وبعد عمليات الاستخدام مع الأخشاب تم إجراء مجموعة من الاختبارات للتعرف على سلوكياتها حتى يمكن المفاضلة بينها .

١ - إعداد العينات :

للحصول على أقرب نتيجة للواقع تم إعداد قطع مربعة من الخشب تشتمل على تجويف مثلث الشكل يتشابه مع الشكل العام للشروخ والفراغات التى يمكن أن توجد بالأخشاب وذلك بالمقاسات التالية :

* مربع من خشب الزان الصلب مقاساته (٢×٥×٤سم) يوجد بمنتصفه فراغ مقاساته (٢×٣×٣سم) .

* مربع من خشب البلسا الخفيف الطرى مقاساته (١×٤×٣سم) والفراغ الموجود بمنتصفه مقاساته (١×٢×٢سم) .

* مربع من خشب البلسا مقاساته (١×٤×٣سم) والفراغ الموجود فى منتصفه مقاسات (١×١×٢سم) .

وقد تم تطبيق المخاليط المختارة داخل الفراغات الموجودة بهذه المربعات بعد بداية التماسك مع التقليل المستمر وذلك لتجانس الخليط ولتقليل تدفق الوسيط اللاصق إلى طبقة السطح ، وقد تم التطبيق على مرحلتين باستخدام فره من الصلب المرن مع الضغط أثناء مراحل الجفاف لزيادة تداخل جزيئات المعجون معاً وطرده فقاعات الهواء إن وجدت مع زيادة التماسك بالخشب [صورة رقم (١٤٧)] . كذلك تم صب مكعبات منتظمة الأضلاع (٢سم^٣) من كل من المخاليط المختارة للمقارنة بين قابليتها للانكماش .

٢- عوامل واختبارات المفاضلة بين سلوكيات المواد والمخاليط المائلة المختارة:

- اللزوجة عند التطبيق ، أى إمكانية تشكيل الخليط باستخدام الفرش بدون الإضرار بالمظهر العام للسطح وبدون أن يمثل ذلك صعوبة .
 - الانكماش بعد الجفاف والتصلب والذي يسبب تغير أبعاد العينات وهو يتصل بصورة عامة بخواص المذيب المستخدم والوسيط اللاصق .
 - مقدار قوى الالتصاق بالخشب وإمكانية الفصل بعد الجفاف حيث تظهر أحياناً شروخ دقيقة عند خط الاتصال بين الخليط والخشب أو ينفصل الخليط كوحدة متماسكة عند تعرضه للضغط . ويرجع ذلك إلى احتواء الخليط على نسبة منخفضة من الوسيط اللاصق أو إلى انخفاض لزوجة ومرونة الوسيط .
 - المظهر العام للسطح من حيث التماثل والصقل ويعتمد ذلك بصورة عامة على مقدار خشونة وحجم جزيئات المادة المائلة أو إلى مقدار تجانس مكونات الخليط .
 - إمكانية التشكيل باستخدام مشروط حاد للحصول على الشكل والتصميم المطلوب .
 - قابلية الصقل للحصول على سطح مستوى أملس باستخدام الصنفرة ، وقد تم إجراء الاختبار باستخدام ورق صنفرة "دوكو" متوسط خشونة وورق صنفرة "حدادي" متوسط خشونة للعينات الصلبة .
 - إمكانية الإزالة وذلك باستخدام المذيبات المختلفة سواء بصورة منفردة أو كمخاليط حيث استخدمت كلا من المذيبات التالية : سيكلوهكسان Cyclohexane - التولوين - الأسيتون - خلاص الأثيل Ethyl Acetate ورابع كلوريد الكربون Carbon Tetra Chloride و الكحول الأثيل . ويمثل جزء من هذه المذيبات، المذيبات المستخدمة فى إعداد الوسيط اللاصق . وكلما زادت صعوبة عمليات الإزالة مع استغراقها المزيد من الوقت بجانب استلزامها مذيبات قوية فإن ذلك يعنى صعوبة إزالة الخليط بعد الجفاف .
 - الصلابة وهى مقاومة العينات للخدش وقد تم تقديرها بصورة كيفية باستخدام مطواة صغيرة والتى تبلغ صلابتها حسب مقياس "موه للصلابة" Moh's Scale (٦,٥) وأظافر اليد التى تبلغ (٢,٥)، وقد تم ترتيب العينات بناء على النتيجة الأعلى فالأقل فى الصلابة .
 - القابلية للتلوين وقد تم اختبار هذا العامل باستخدام الألوان المائية وألوان الأكريليك والألوان الأكاسيد المضاف إليها البارالويد B72 بتركيز ٥% فى الأسيتون كوسيط لاصق مع استخدام فرشاة ناعمة رقم (٥) . وقد لجأ فى بعض العينات خاصة عينات الإيبوكس إلى صنفرة طبقة السطح لإزالة الطبقة الملساء الناعمة حتى تتماسك الألوان مع الأسطح .
- والجدول رقم (١٦) يوضح النتائج التى توصل إليها فى الاختبارات السابقة.

جدول رقم (١٦) : يوضح الخواص العامة للمواد والمخاليط المائلة التي تم اختبارها

رقم العينة	المواد والمخاليط المائلة	اللزوجة السائلة	قوى الالتصاق	معدل الأتكمال	مظهر السطح	قابلية التشكيل	قابلية الصقل	مقدار الصلابة	قابلية الإزالة	قابلية التلوين		
										ألوان مائية	ألوان أكريليك	ألوان أكاسيد
١	ميكروبالون/بارالويد B72	XX	XXX	-	٠٠٠	XXXX	XXXX	XX	XXXX	+	+	-
٢	ميكروبالون/بارالويد B48	XXX	XXX	-	٠٠	XXXX	XXXX	XXX	XXX	+	+	-
٣	ميكروبالون/مسحوق خشب/بارالويد B72	X	XXX	-	٠٠٠	XXX	XXXX	XX	XXXX	+	+	-
٤	معجون خشب جاهز	X	X	X	٠٠٠	XXX	XXX	XX	XXXX	+	+	+
٥	مسحوق خشب/غراء أبيض	XX	XXX	XXX	٠	X	X	XX	X	+	+	+
٦	مسحوق خشب/مسحوق تلك/بارالويد B72	X	XX	-	٠٠	XX	XX	XXX	XXX	+	+	+
٧	مسحوق خشب/زلك/غراء أرب	XX	XX	XXXX	٠	X	XX	XXX	X	+	+	+
٨	مسحوق خشب/تلك/غراء جلود	XX	XX	XXXX	٠	X	XX	XXX	X	+	+	+
٩	صجيلة الورق	-	X	X	٠٠٠	XXX	XXX	X	XXX	+	+	+
١٠	مسحوق خشب/شمع لحل/قللونية	X	XX	-	٠٠	XXX	XX	XX	XX	+	+	+
١١	خشب البلسا	-	-	-	٠٠٠	XXX	XXXX	X		+	+	+
١٢	مسحوق خشب/طباشير/بارالويد B72	X	XX	-	٠٠	XX	XX	XXX	XXX	+	+	+
١٣	مسحوق خشب/تلك/كلوسيل G	X	X	XXX	٠	XX	XX	X	XXX	+	+	+
١٤	مسحوق خشب/تلك/ميثيل السليولوز	X	X	XXX	٠	XX	XX	X	XX	+	+	+
١٥	مسحوق خشب/تلك/بيوتيفار B98	X	X	X	٠٠	XX	XX	XX	XX	+	+	+
١٦	أرالديت PY1092	XXXX	XXXX	-	٠٠٠	XX	XXX	XXXX	-	-	+	+
١٧	أرالديت/مسحوق خشب	XXX	XXX	-	٠٠	XX	XXX	XXX	-	-	+	+
١٨	أرالديت/ميكروبالون	XXX	XXX	-	٠٠٠	XXX	XXX	XXX	-	-	+	+
١٩	أرالديت/مسحوق خشب/ميكروبالون	XXX	XXX	-	٠٠	XXX	XXX	XXX	-	-	+	+

* منخفض : X * متوسط : XX * شبة مرتفع : XXX * مرتفع : XXXX
 * فقير : ٠ * معتدل : ٠٠ * جيد : ٠٠٠
 * قابل : + * غير قابل : -

٣- الخواص السلوكية للمواد والمخاليط المائية خلال الاختبارات السابقة:

تعرضت بعض المخاليط إلى الانكماش خاصة المضاف إليها وسيط لاصق من مشتقات السليولوز ذات الوزن الجزيئي العالى وبالتالي اللزوجة العالية مما أستلزم تخفيفها للحصول على لزوجة مناسبة للتطبيق ، وكذا المخاليط المستخدم فيها الغراء الحيوانى والتى أدى انكماشها إلى تغير مظهر الخشب المحيط بها . أما مخاليط الأيبوكس فتعتبر أكثر المخاليط ثباتاً فى الأبعاد

- جميع المخاليط أمكن صقلها باستخدام الصنفرة إلا أن مظهر السطح تراوح من السطح المتداخل المتجانس كما فى حالة مخاليط الميكروبالون إلى السطح الذى يميل إلى عدم التجانس كما فى حالة المخاليط المستخدم فيها الغراء الأبيض . هذا بجانب أن اختلاف صلابة العينات أستلزم مجهود أكثر لصقل العينات الصلبة بجانب استخدام صنفرة حدادى خاصة فى مخاليط الأيبوكس .

- معدل تصلب مخاليط الأيبوكس اختلف حسب المادة المائية المستخدمة حيث بلغ أقل قيمة فى الزمن عند استخدام مسحوق الخشب ثم الميكروبالون وأعلى قيمة فى مادة الأيبوكس بمفردها .

- من أسهل المواد فى التشكيل بالرغم من صلابتها مخاليط الميكروبالون بينما أصعب المخاليط فى التشكيل مخاليط الأيبوكس أما خشب البلسا فمن الصعب تشكيلا إلا باستخدام أدوات حادة . بينما المخاليط المستخدم فيها الغراء الأبيض فغير قابلة للتشكيل بالمستوى المطلوب .

- مخاليط الشموع هى الوحيدة التى تسببت فى تغير لون الخشب المحيط .

- اختلفت معدلات قوى التصاق المخاليط بالخشب حيث بلغت أقصاها فى مخاليط الميكروبالون والإيبوكس وأقلها فى معجون الورق الذى انفصل بسهولة عن سطح الخشب بعد الجفاف .

- أعلى المخاليط لزوجة أثناء التطبيق مخاليط الإيبوكس يليها مخاليط الغراء الأبيض ثم الميكروبالون والوسيط اللاصق .

- استخدام الألوان المائية مثل صعوبة خاصة مع مخاليط الشموع وراتنجات الإيبوكس أما استخدام خليط الأكاسيد والبارالويد فقد مثل صعوبة فى حالة مخاليط الميكروبالون التى تتأثر بسهولة بالأسيتون . بينما استخدمت ألوان الأكريليك بنجاح مع جميع المخاليط .

- ألوان المخاليط اختلفت حسب المادة المائية المستخدمة فمن الأبيض الشاهق فى مخاليط الميكروبالون الزجاجى إلى درجات البنى المختلفة فى المخاليط المستخدم فيها مسحوق الخشب مع مواد مائية أخرى إلى الرمادى الفاتح فى عجينة الورق .

- مثلت الطبقة السطحية اللامعة المصقولة الموجودة فى بعض المخاليط صعوبة فى تماسك الألوان مع السطح خاصة فى مخاليط الإيبوكس مما أقتضى تخفيفها باستخدام صنفرة "دوكو" ناعمة .

- أعلى المخاليط صلابة مخاليط الأرالديت يليها مخاليط مسحوق الخشب والتلك والبارالويد ثم المخاليط المستخدم فيها الغراء كوسيط لاصق فمخاليط الميكروبالون ، بينما أقل المخاليط صلابة عجينة الورق والمخاليط المستخدم فيها مشتقات السليولوز كوسيط لاصق .
- جميع المخاليط قبلت الإزالة بدرجات مختلفة فيما عدا مخاليط الأيبوكس غير القابلة للإزالة يليها المخاليط المستخدم فيها الفينافيل ، كما مثلت المخاليط المستخدم فيها الغراء كوسيط لاصق صعوبة في الإزالة ، أما مخاليط الميكروبالون فتعتبر أسهل المخاليط إزالة .
- المخاليط ذات اللزوجة العاليه تميزت بوجود فقاعات هواء داخلية أسفل طبقة السطح .

ج: اختبارات تحديد الخواص الميكانيكية للمواد والمخاليط المائنة المختارة^(١) :

بناء على نتائج الاختبارات السابقة قامت الباحثة باختيار المخاليط المائنة التي أعطت أفضل النتائج للتعرف على خواصها الميكانيكية من حيث مدى قابليتها للإنضغاط والشد والانحناء حتى يمكن تحديد سلوكيات الخشب المستكمل بها عند تعرضه لأي ضغط ميكانيكي ناتج عن التغيرات في الرطوبة النسبية . وقد تم قياس ودراسة تعامل هذه المخاليط وإستجابتها للقوى والضغط الواقعة عليها مع تغير سلوكها أثناء الاختبارات وعمل مقارنة بين القياسات لكل عينة لتحديد أفضلية الإستخدام وذلك بإجراء الاختبارات التالية على عينات مختلفة الأشكال بما يتناسب مع كل اختبار [صورة رقم (١٥٠)]:

١- اختبارات قياس قوى الضغط :

يهدف هذا الاختبار إلى قياس مقدار الحمل اللازم لبداية إنهيار المخاليط المائنة مع بداية ظهور أول مظاهر الإنهيار سواء على شكل إنضغاط أو بداية ظهور شروخ ، وكذا مقدار الحمل اللازم لحدوث الإنهيار التام سواء على شكل أنضغاط غير قابل للعكسية أو عند حدوث شروخ وإنفصالات كاملة . ثم عن طريق التعويض في القانون التالي أمكن حساب مقدار قوى الضغط لهذه المخاليط وبالتالي معامل إنضغاطها :

$$\text{قدرة تحمل الضغط} = \frac{\text{حمل الكسر (كجم)}}{\text{مساحة المقطع (سم}^2\text{)}}$$

وقد تم تجهيز مجموعتين من العينات على شكل مكعبات منتظمة الأضلاع والأسطح أبعادها ١سم ، ٢سم وذلك عن طريق الصب داخل وحدتين من القوالب المصنعة خصيصاً من خشب البلسا الخفيف المغطى من الداخل بورق مشمع لمنع إلتصاق العينات وهم مكونين من أجزاء يمكن تجميعها وفصلها بسهولة إستخراج العينات بعد الجفاف [صورة رقم (١٥١)] . وقد تم إعداد من ثلاثة إلى خمسة وحدات من كل عينة ، وإن إستلزم الأمر في بعض الحالات إعداد عدد أكبر وصل إلى عشر وحدات نظراً للتذبذب في النتائج نتيجة لعوامل تتعلق بتجانس العينة . وقد روعي ترك مكعبات العينات لمدة تتراوح من ٥-٧ أيام للتأكد من تمام الجفاف والتصلب قبل إجراء الاختبارات المطلوبة .

١- تم إجراء هذه الاختبارات في معمل هندسة الصخور - كلية الهندسة - جامعة القاهرة - تحت إشراف أ/د. حسن فهمي أمام .

ولقياس الأحمال الواقعة على هذه المكعبات استخدم جهاز قياس الضغط
 Uniaxial Compress Machine[Point Load Tester D 550]
 وهو جهاز هيدروليكي صغير الحجم استخدم لاختبار العينات الصغيرة معطياً النتيجة على
 مؤشر مدرج يبدأ من ٠,٠٥ كيلو نيوتن (٥ كيلو جرام) ويصل إلى ٥٥ كيلو نيوتن
 (٥٥٠٠ كيلو جرام) . أما في حالة المكعبات الكبيرة فقد استخدم جهاز قياس ضغط يعمل
 أوتوماتيكياً وهو متصل بوحدة كمبيوتر مزودة ببرنامج خاص يعطى قراءات فورية على شكل
 منحنيات تمثل العلاقة بين الحمل الواقع والزمن ، أو العلاقة بين قوى الضغط على سم والزمن
 ، كما يعطى منحنيات توضح سلوك حركة انهيار العينات بسبب التحميل الواقع عليها ، ويمكن
 لهذا الجهاز أن يعطى قراءات لتحميل يصل إلى [Load Cell] ١٥٠٠ كيلو نيوتن [صورة
 رقم (١٥٢)] . ولإجراء الاختبارات تم وضع مكعبات العينة بين قرصين من الصلب أحدهما
 ثابت (الأعلى) بينما الآخر متحرك (الأسفل) وهو متصل بمؤشر لحساب مقدار الضغط
 الواقع على العينة وقد روعي أن تكون سرعة الجهاز أبطأ ما يمكن نظراً لحساسية وصغر
 حجم العينات وحتى يتم الانهيار بصورة تدريجية .

كما تم إجراء اختبار آخر لقياس مقدار القوى المطلوبة لضغط المخاليط والمواد السابقة
 عند تواجدها داخل الخشب . حيث تم صب العينات على شكل مستطيل ذو قطاع مربع
 (٣×١×١سم) بين ساقين من خشب صلب مستقيم الألياف (٣×١×١سم) بحيث يكونوا معاً
 وحده واحد . وقد استلزم الأمر في حالة العينات غير القابلة للالتصاق مثل خشب البلسا لصق
 العينة بالخشب بمادة لاصقة مثل البارالويد B72 بتركيز ١٥% في الأسيتون مع إضافة قليل
 من مسحوق الميكروبالون لملي أي فراغات قد توجد بين خطوط اللحام لزيادة الالتصاق . وقد
 تم وضع هذه الوحدات بين أقراص الضغط في الأجهزة السابقة وتعريضها لضغوط مختلفة
 حتى ظهور مظاهر الانهيار [صورة رقم (١٥٣)] .

٢- سلوك عينات المواد والمخاليط المائلة أثناء اختبارات قياس قوى الضغط :

- انهيار العينات تحت تأثير قوى الضغط أخذ العديد من الأشكال [صور رقم (١٥٤) أ ب ج د هـ و] حيث كان على شكل :
 - * شرخ مائل يزداد بازدياد الضغط حتى تنفصل العينة إلى جزئين .
 - * عديد من الشروخ الطولية الدقيقة ثم انهيار العينة .
 - * انفصال أجزاء من العينة .
 - * تفتت تام للعينة .
 - * أنضغاط بسيط يزداد بزيادة الحمل حتى تتضغط العينة تماماً بدون حدوث أي شروخ مع
 تغير المقاسات كما في حالة خشب البلسا .
 - * أنضغاط محدود ثم ظهور شروخ .
- بعض العينات أعطت قراءات عالية لقوى الضغط ثم انخفضت ثم ارتفعت ثانياً .
- انهيارت بعض العينات بصورة سريعة بعد أعلى تحميل لها ، بينما عينات أخرى استغرقت
 فترة زمنية حتى تنهار وذلك بصورة تدريجية .

• تحمل بعض العينات للضغط ازداد في حالة تواجدها داخل الخشب مثل العينات رقم (١) ، (٢) ، (٣) ، (٤) بينما البعض الآخر أصبح أقل أو متماثل مثل العينات رقم (٩) (١١) (٦)

• السطح الخارجى لبعض العينات أكثر صلابة عن الأجزاء الداخلية مما شكل عائقاً عند قياس قوى الضغط حيث أنهارت الأجزاء الداخلية للينة في معظم الحالات أولاً مع ظهور شروخ في السطح السفلى بينما ظل السطح الخارجى متماسكاً وأنفصل كوحدة واحدة .

• سلوك إنهاء عينات مخاليط الميكروبالون بوجه عام يتمشى مع مظاهر سلوك إنهاء المعاجين القياسية [شكل رقم (٥٢-٥٣)] .

• عينات خشب البلسا وعجينة الورق هي أكثر العينات قابلية للإنضغاط تحت تأثير قوى الضغط حيث بلغ التغير في إرتفاع عينات خشب البلسا عند وقوع الضغط عمودى على إتجاه الألياف (١٠٤ كيلو / سم^٢) ٨٠% ، وبلغ ٩٠% عند أقصى إنضغاط (٧١٤ كيلو سم^٢) . وفى عينات الورق وصل إلى ٥٨% (٧٠,٨ كيلو / سم^٢) ، بينما فى عينة الميكروبالون والوسيط اللاصق فيترواح التغير في الإرتفاع من ١٦% (٢٩ كجم / سم^٢) إلى ٢٧% (٣١ كجم/سم^٢) إلا أنه وصل إلى ٥٤% عند إستمرار الضغط .

• عينات مخاليط الأيبوكس قبلت قدر كبير من الأحمال أدى إلى تعرضها للإنضغاط بصورة كبيرة بدون ظهور أى من مظاهر التدهور الأخرى وذلك حتى حد معين إختلف من عينة إلى أخرى بدأ بعدها ظهور شروخ فى الإتجاه الطولى للعينة حتى وصلت إلى أعلى حد من الإنضغاط . وعند تحرير العينات من الضغط الواقع عليها بدأت فى الزيادة فى الإرتفاع بصورة سريعة فى البداية حتى حد معين أخذت بعدة فى الزيادة ببطئ مع إستمرار وجود الشروخ ولكن بصورة أبسط ، وقد تركت العينات لمدة ٢٤ ساعة ثم أعيد قياس أطوالها فوجد أن النقص فى الأرتفاع كما يلى [صور رقم (١٥٥ أ ب ج د)] :

* عينات الأيبوكس بلغ النقص فى إرتفاعها بعد رفع الضغط مباشرة من ٥٤% إلى ٦٠% وبعد ٢٤ ساعة بلغ ٩% إلى ١٥% .

* عينات الإيبوكس ومسحوق الخشب (بنسبة ١:٢) بلغ النقص فى إرتفاعها بعد رفع الضغط مباشرة من ٣٣% إلى ٤١,٥% وبعد ٢٤ ساعة بلغ من ٤,٥% إلى ٥,٥% وفى حالة إستخدام خليط بنسبة ١:١ بلغ النقص فى الإرتفاع بعد رفع الضغط مباشرة ٥٨% وبعد ٢٤ ساعة ١٦,٥% .

* عينات الأيبوكس والميكروبالون بنسبة ١:٢ عادت إلى نفس الأرتفاع الأصلى مع إختفاء الشروخ الصغيرة ، وفى حالة إستخدام خليط بنسبة ١:١ بلغ النقص بعد رفع الضغط مباشرة ٦٢% وبعد ٢٤ ساعة ١٣% .

* عينات الأيبوكس و مسحوق الخشب والميكرو بالون [بنسبة ١:١:٤] بلغ النقص فى إرتفاعها بعد رفع الضغط مباشرة ٣٧% وبعد ٢٤ ساعة ٤% وفى حالة إستخدام نفس الخليط بنسبة [١:١:٢] بلغ النقص بعد رفع الضغط مباشرة ٥٨% وبعد ٢٤ ساعة ١٣% . وقد ظلت العينات محتفظة بشكلها العام مع وجود مجموعة من الشروخ فى السطح العلوى والأسطح الجانبية بصور متفاوتة فى العينات فيما عدا عينة الأيبوكس فقط التى إنضغطت وتهشم الجزء الداخلى منها تماماً بينما ظلت الأسطح الجانبية محتفظة بتماسكها مع شبة انفصالها عن الجزء الداخلى المهشم وذلك عند تعرضها لأقصى ضغط ممكن

(٢٧٠ كيلو / سم^٢) حيث عند تعرضها لقوى ضغط أقل (٧٣٢ كيلو / سم^٢) انضغطت ولم تتعرض للتشقق .

• عينات مخاليط الأسكتمال التي استخدم فيها وسيط لاصق ذو درجة تركيز عالية أعطت نتائج أعلى للأحمال الواقعة عليها .

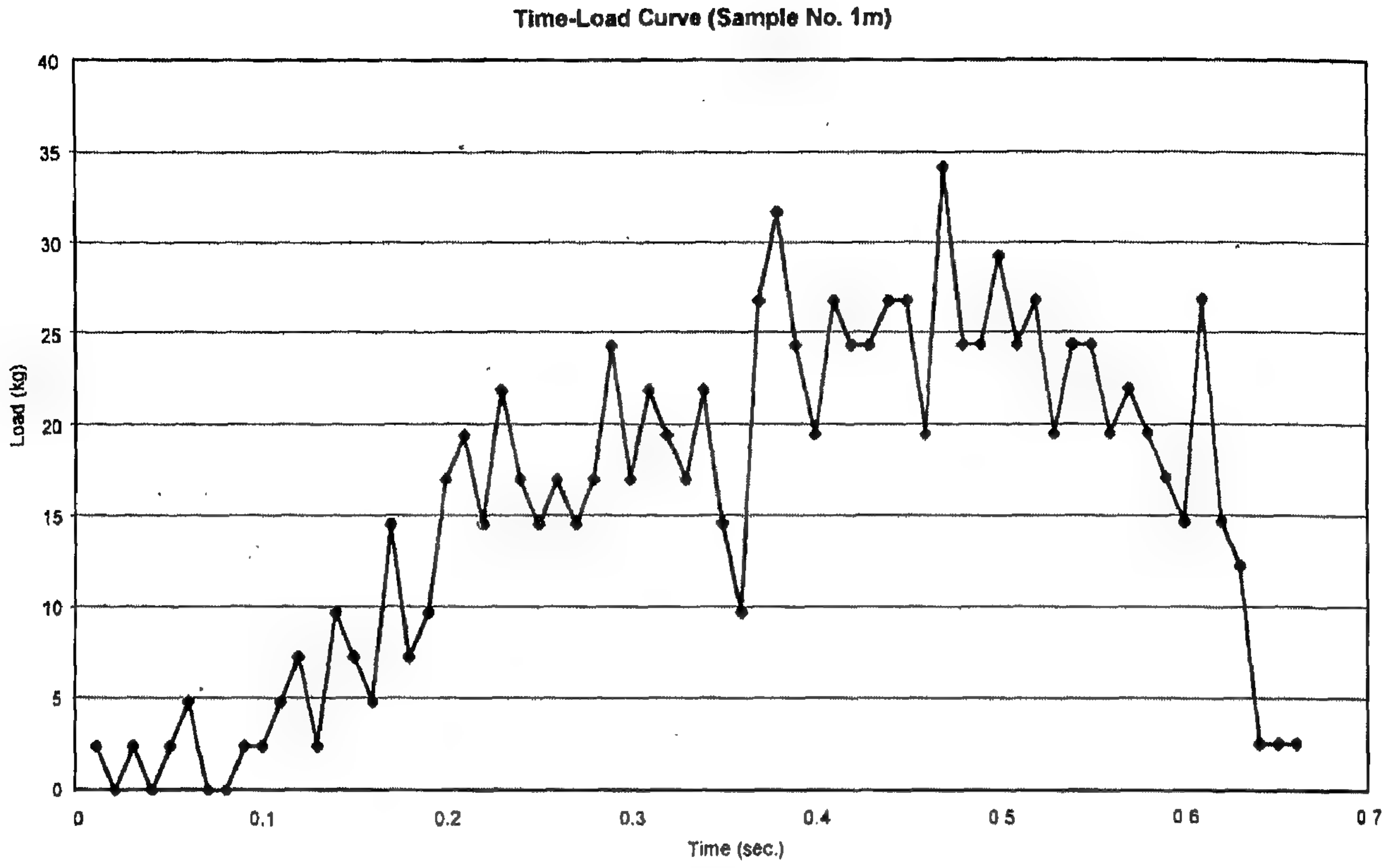
• عينات معاجين الورق تعرضت للإنضغاط بصورة سريعة في البداية تحت تأثير قوى ضغط منخفضة ثم بزيادة الإنضغاط إزداد تحملها للقوى والأحمال الواقعة عليها .

• جميع عينات مخاليط الأيبوكس داخل الخشب ظلت بدون تغير ملحوظ بينما تعرض الخشب للأنضغاط بصورة كبيرة [صورة رقم (١٥٨)] .

• حمل الضغط على خشب البلسا في اتجاه الألياف (٣٦ كيلو / سم^٢) أقل عن حمل الضغط في الاتجاه العمودي على الألياف (١٠٤ كيلو / سم^٢) حيث وصلت النسبة إلى ٣:١ وبالتالي إمكانية تعرضه للإنضغاط وتغير الأبعاد .

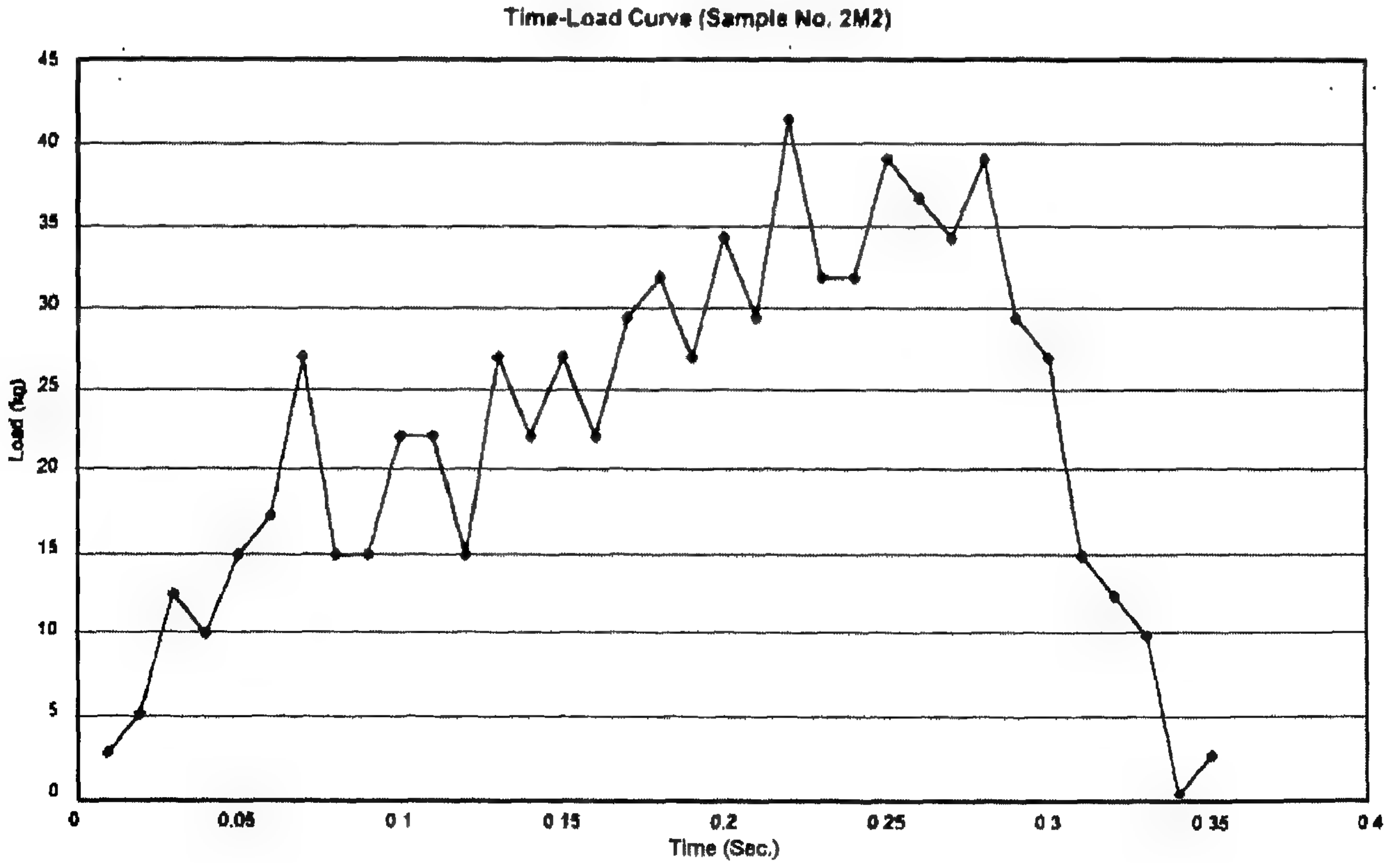
• استغرقت عينات الأيبوكس أطول زمن للإنتهاء يليها العينة رقم (٤) بينما استغرقت عينات مخاليط الميكروبالون أقل زمن [أشكال أرقام (٥٤-٥٨-٥٩-٦٠-٦١)] .

• أعطت عينات الأيبوكسي أعلى قيمة في قدرة تحمل الضغط وقد إنخفضت هذه القيمة حسب كمية ونوعية المادة المألته المضافة إليها ، يليها خشب البلسا عند وقوع الضغط في الاتجاه العمودي على الألياف ثم العينة رقم (٤) فالعينة رقم (٩) يليها العينة رقم (٦) ، (٢) ، (١) أما أقل العينات قدرة على تحمل الضغط فهي العينة رقم (٣) [أشكال أرقام من ٥٢ حتى ٦١] .



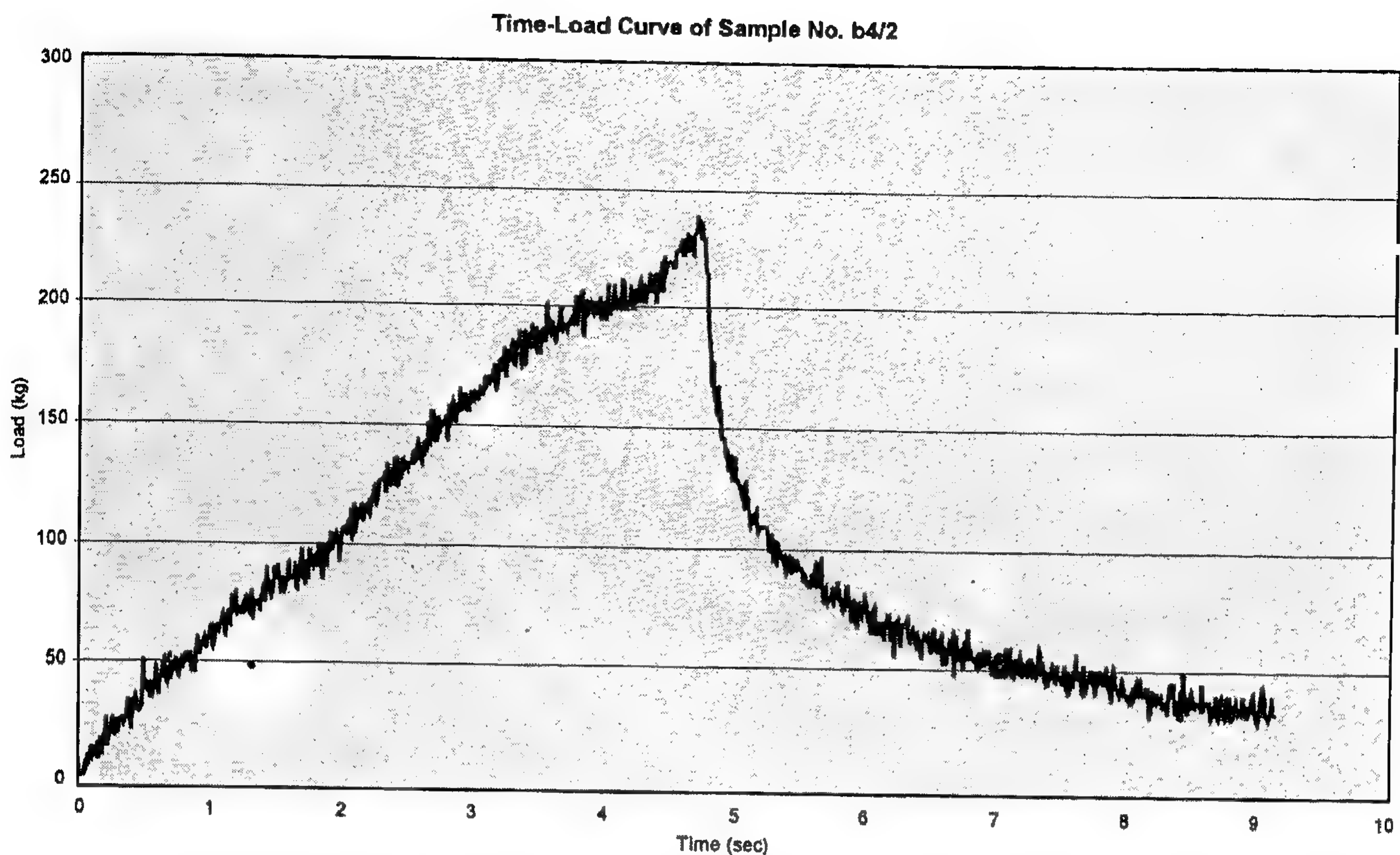
شكل رقم (٥٢)

يوضح سلوك العينة رقم (١) خلال اختبار قياس قدرة تحمل الضغط ويلاحظ أن العينة انهارت في فترة زمنية قصيرة مع تذبذبها بين الارتفاع والانخفاض .

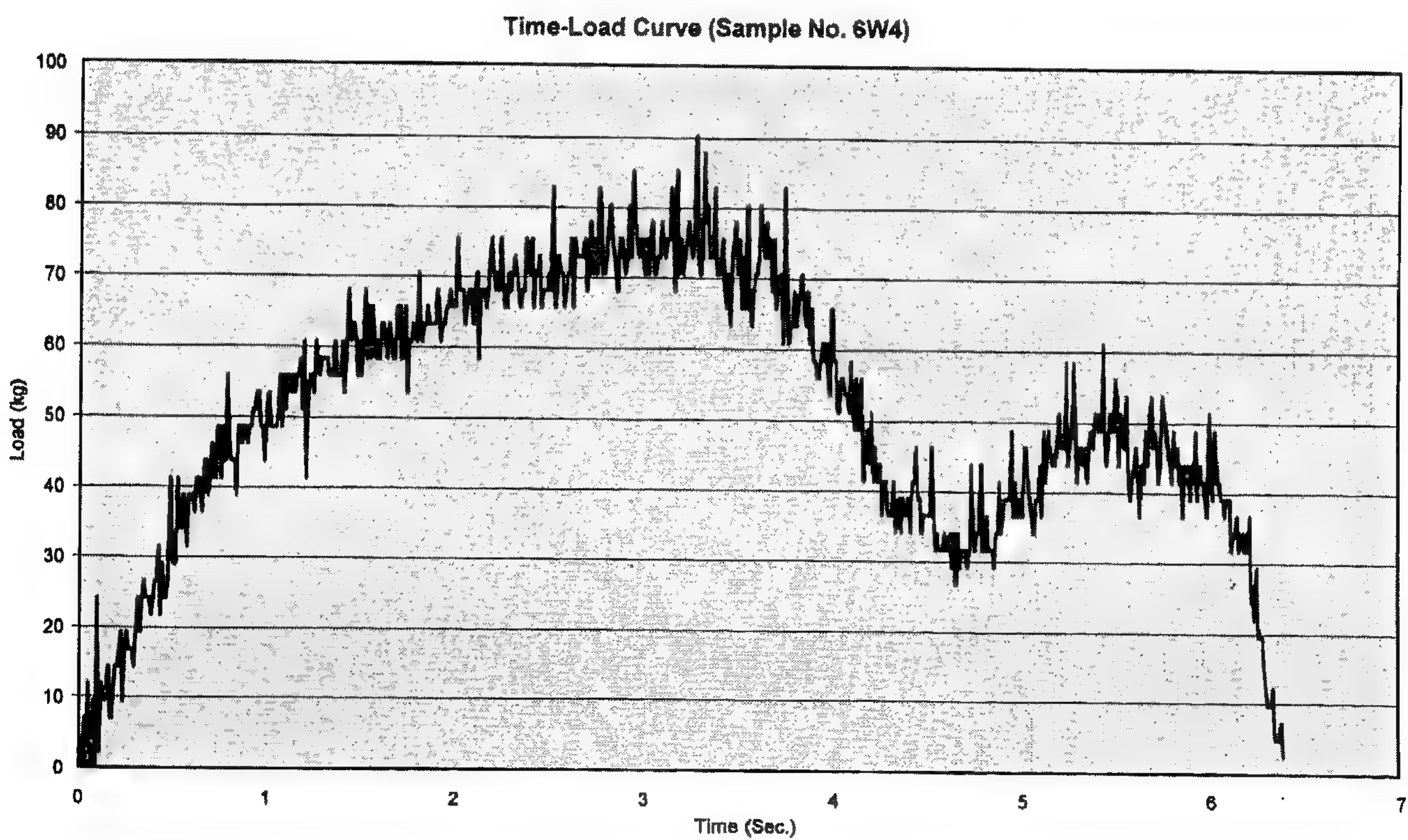


شكل رقم (٥٣)

يوضح سلوك العينة رقم (٢) خلال اختبار قياس قدرة تحمل الضغط ويلاحظ أن القيمة تثبت في بعض المواضع ثم ترتفع ثانية لتثبت ثم تنهار لتعاود الارتفاع وربما يرجع ذلك لقابلية العينة للانضغاط مما يرفع من قيمة تحملها للضغط بعد انهيار موضعي .

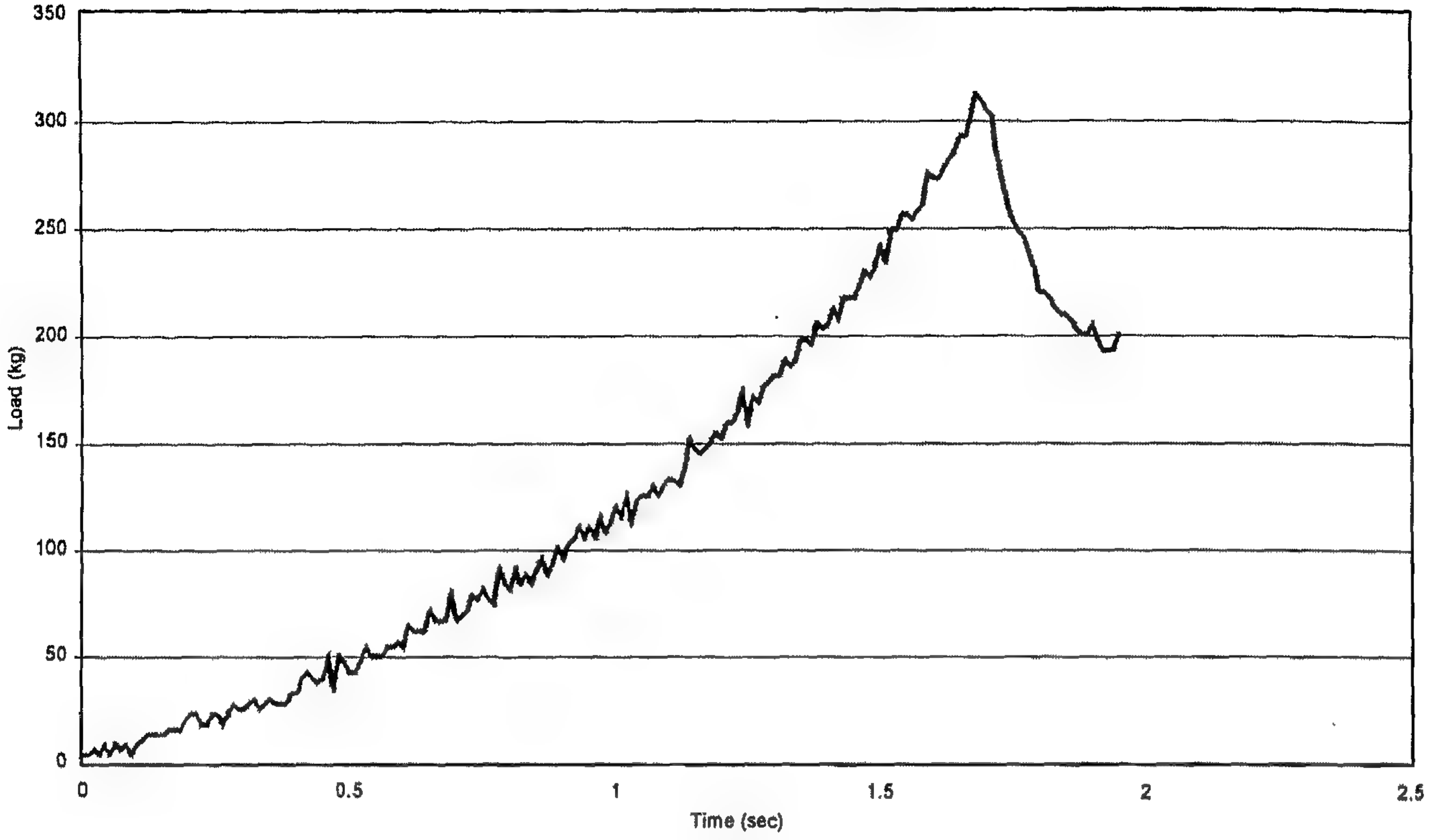


شكل رقم (٥٤)
يوضح سلوك العينة رقم (٤) خلال اختبار قياس قدرة تحمل الضغط .



شكل رقم (٥٥)
يوضح سلوك العينة رقم (٦) خلال اختبار قياس قدرة تحمل الضغط ويلاحظ أن العينة انهارت ثم عادت وتماسكت قبل أن تنهار ثانياً .

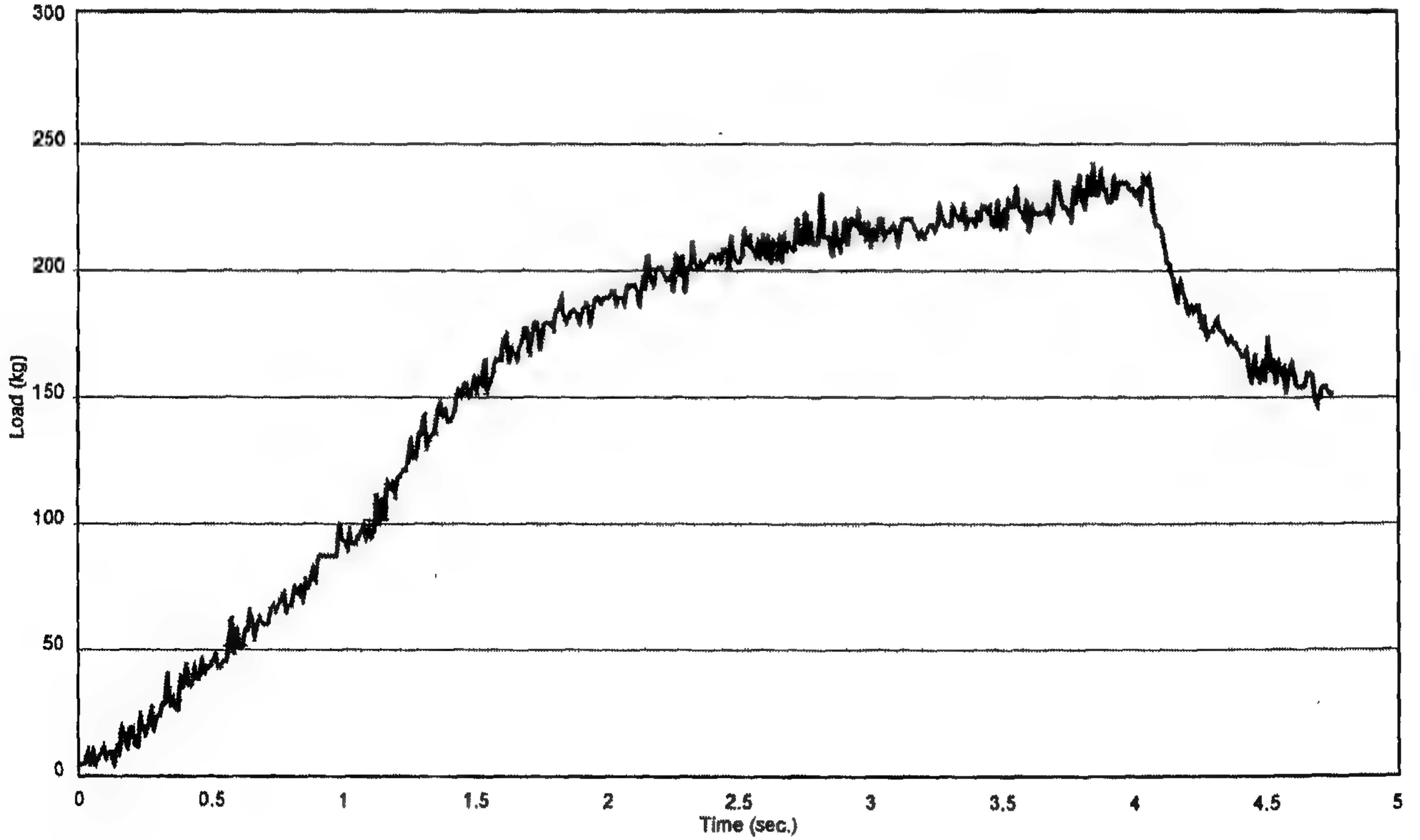
Time-Load Curve of Sample No. b9/2



شكل رقم (٥٦)

يوضح سلوك العينة رقم (٩) خلال اختبار قياس قدرة تحمل الضغط ويلاحظ الإرتفاع والانخفاض المتقارب في المنحنى بسبب قابلية العينة للانضغاط حيث عند وصولها إلى أعلى انضغاط انهارت .

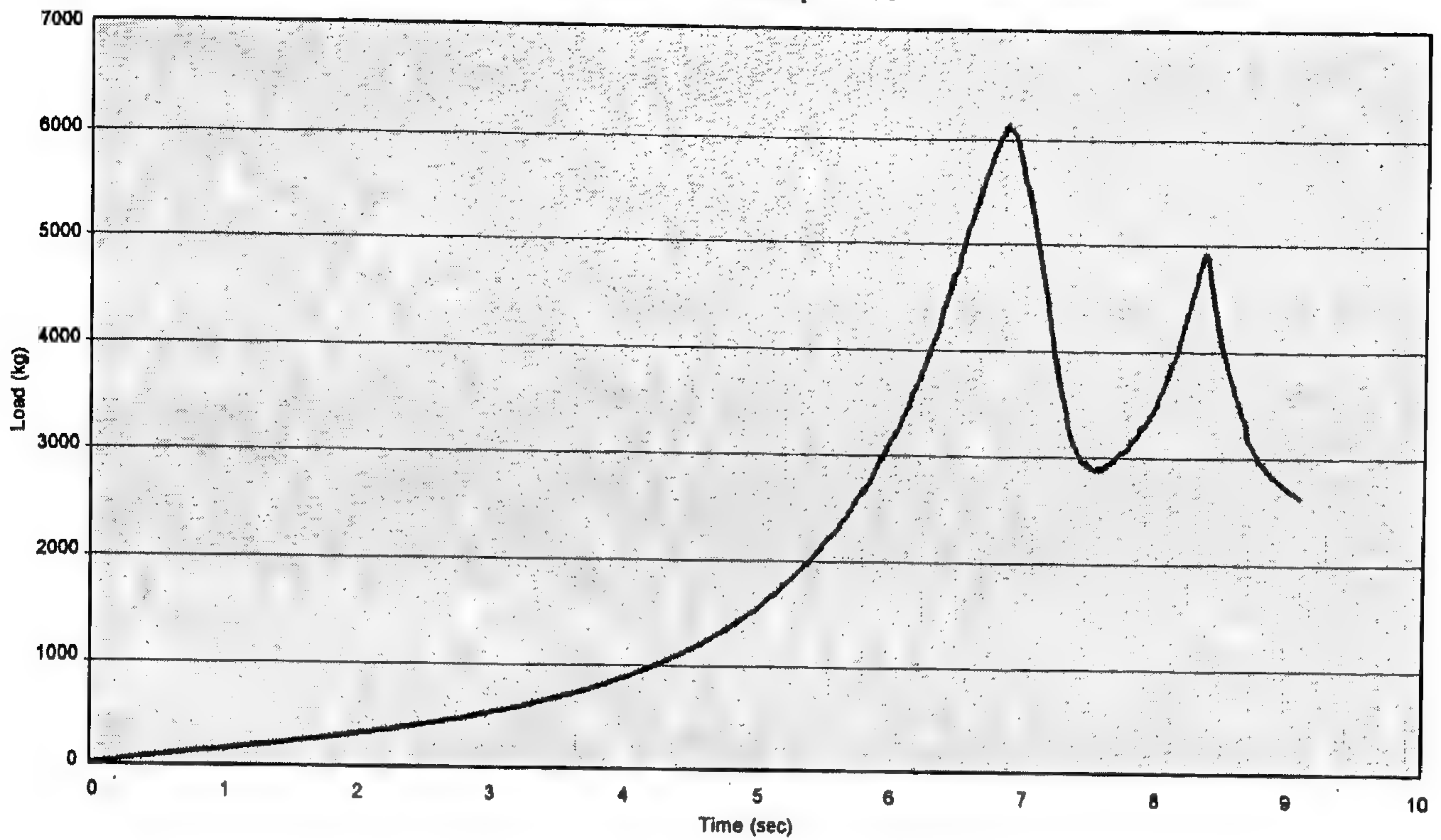
Time-Load Curve (Sample No. 11W4)



شكل رقم (٥٧)

يوضح سلوك العينة رقم (١١) خلال اختبار قياس قدرة تحمل الضغط ويلاحظ أن العينة استغرقت وقت أطول للانهيال بالمقارنة بالعينات الأخرى ثم عادت للتماسك والانهيال بصورة بطيئة، ويرجع ذلك إلى قدرتها على الانضغاط .

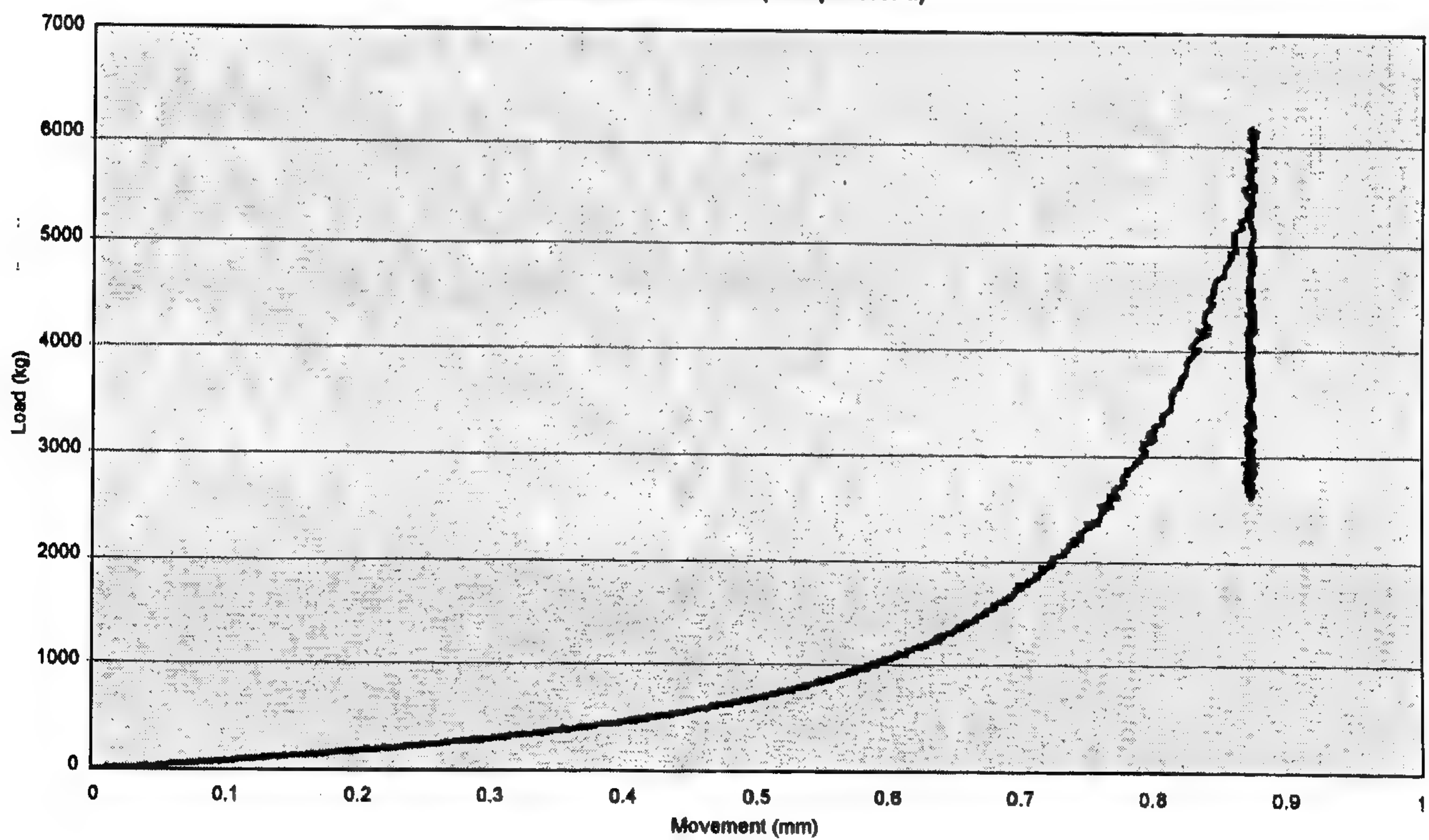
Time-Load Curve of Sample No. a



شكل رقم (٥٨-أ)

يوضح سلوك العينة رقم (١٦) خلال اختبار قياس قدرة تحمل الضغط .

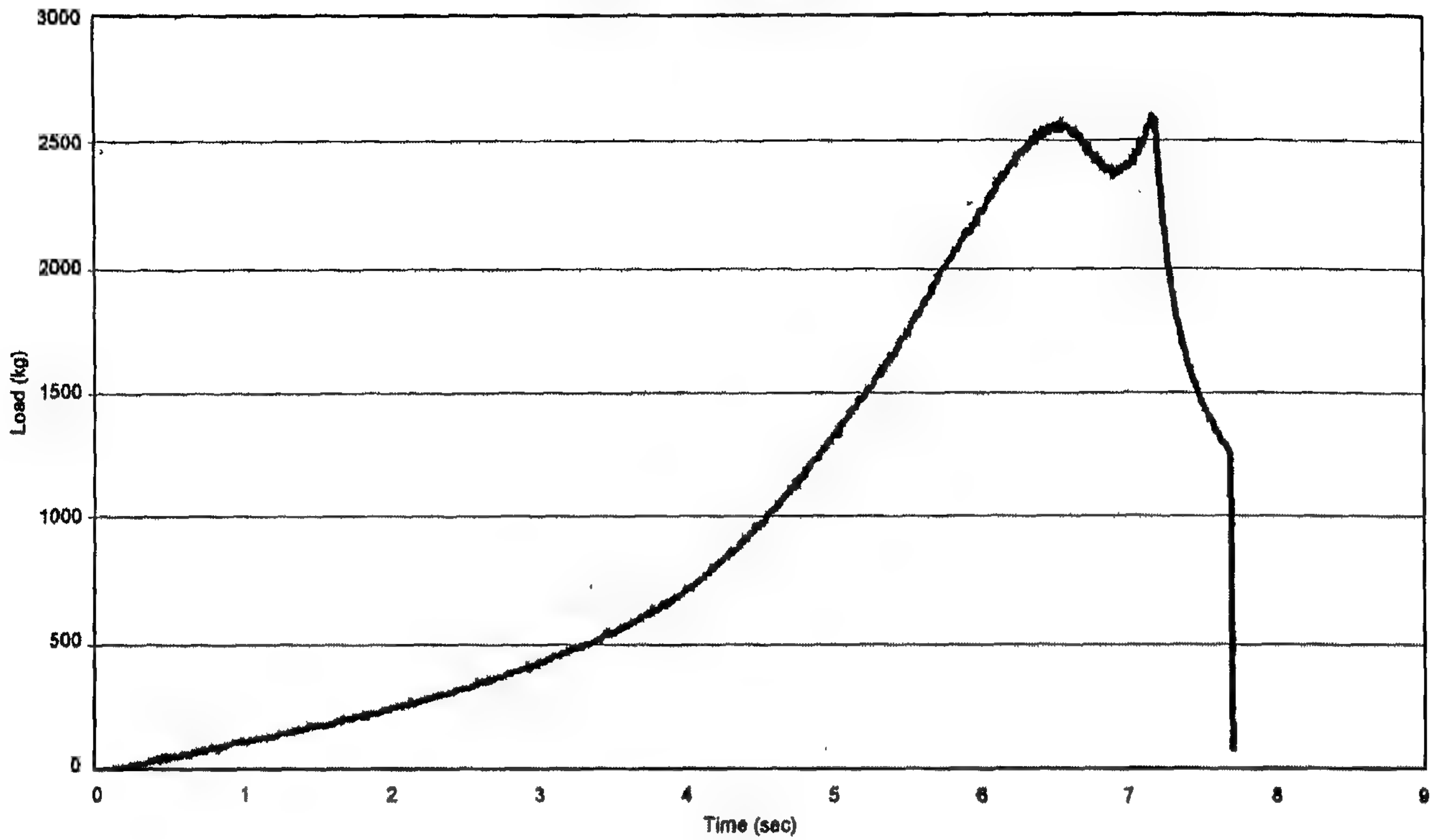
Load-Movement Curve (Sample No. a)



شكل رقم (٥٨-ب)

يوضح حركة انهيار العينة رقم (١٦) خلال اختبار قياس قدرة تحمل الضغط .

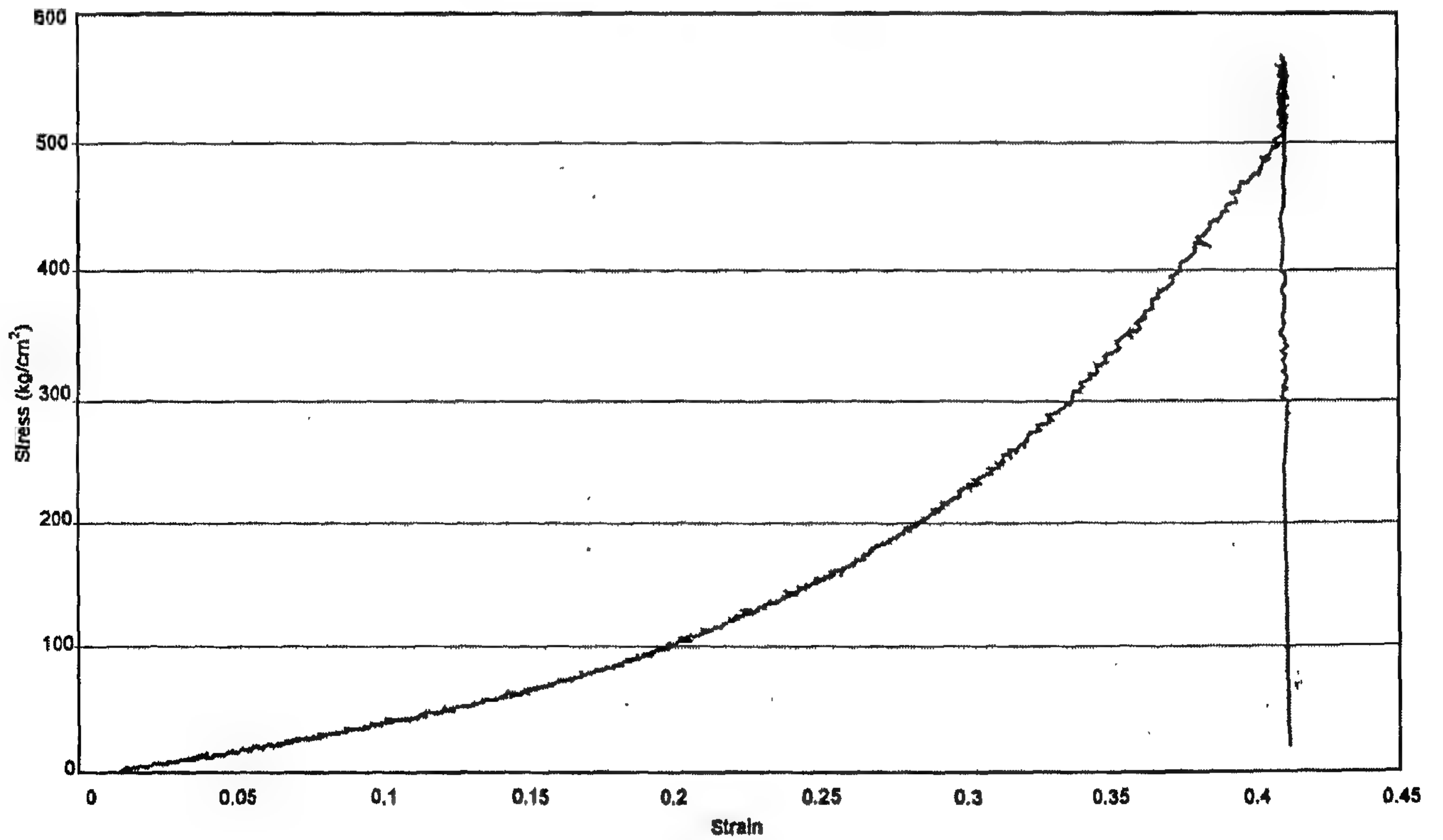
Time-Load Curve of Sample No. a (١٧)



شكل رقم (٥٩ - أ)

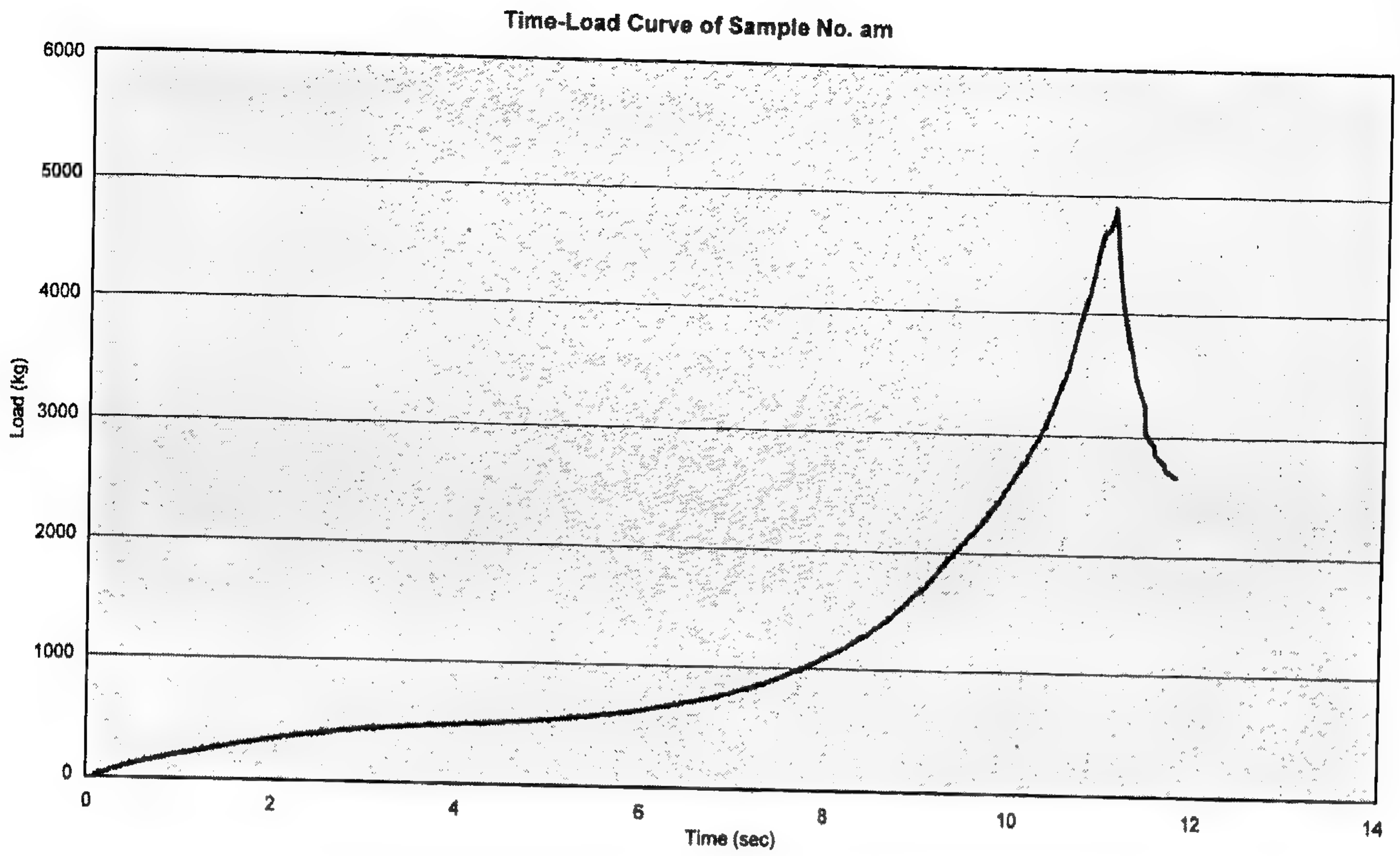
يوضح سلوك العينة رقم (١٧) خلال اختبار قياس قدرة تحمل الضغط .

Stress-Strain Curve of Sample No. a (١٧)



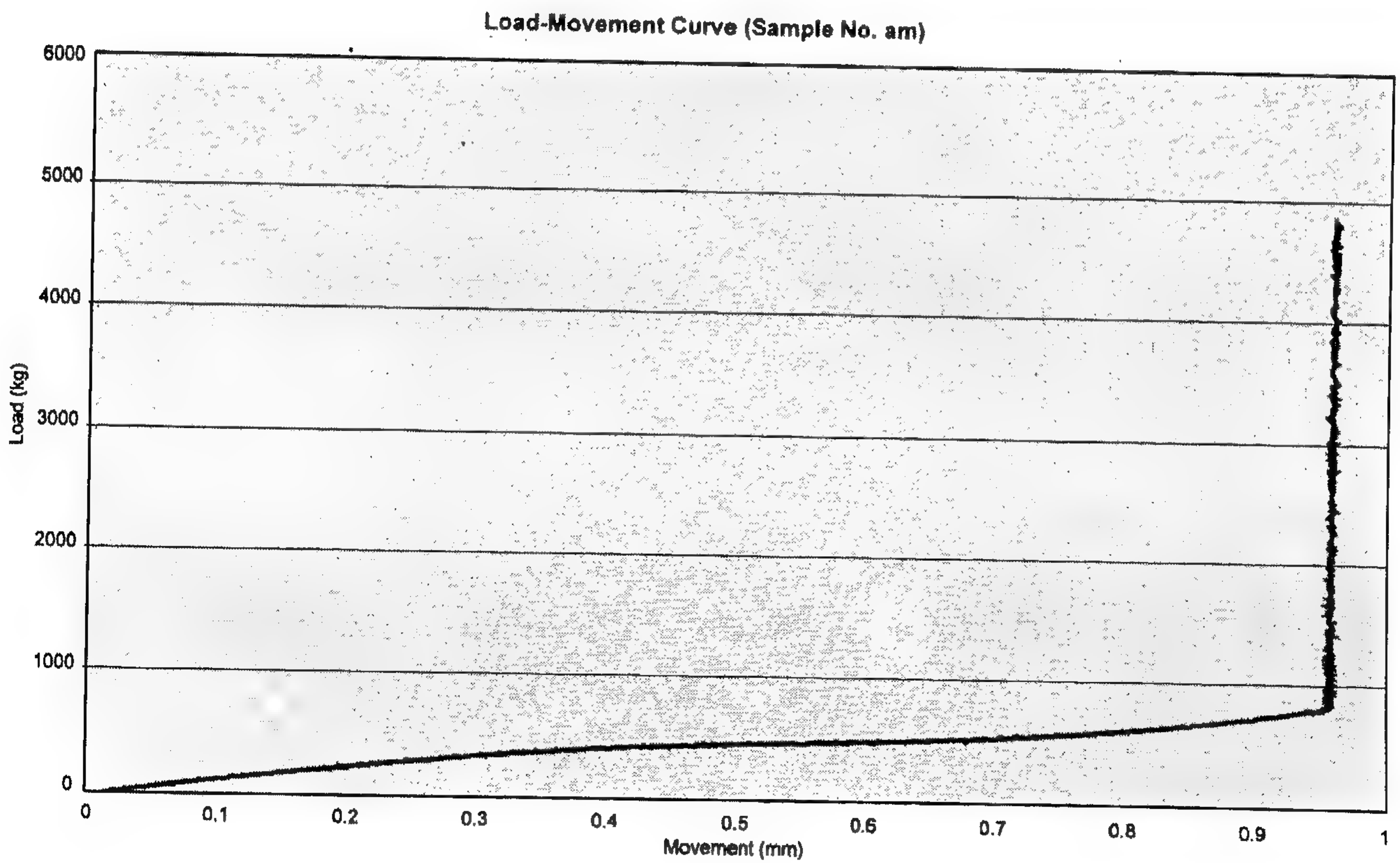
شكل رقم (٥٩ - ب)

يوضح حركة انهيار العينة رقم (١٧) خلال اختبار قياس قدرة تحمل الضغط .



شكل رقم (٦٠ - أ)

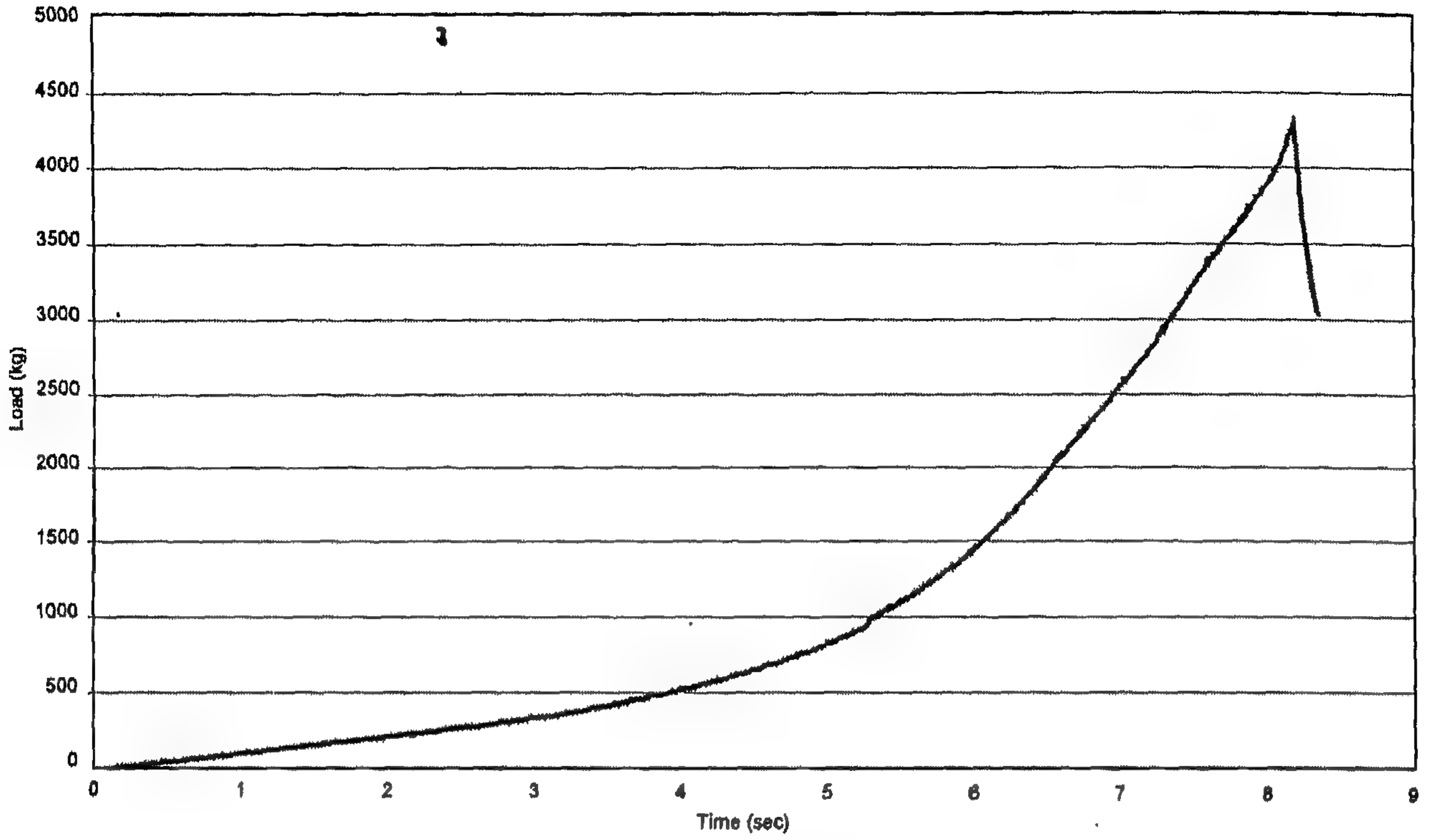
يوضح سلوك العينة رقم (١٨) خلال اختبار قياس قدرة تحمل الضغط .



شكل رقم (٦٠ - ب)

يوضح حركة انهيار العينة رقم (١٨) خلال اختبار قياس قدرة تحمل الضغط .

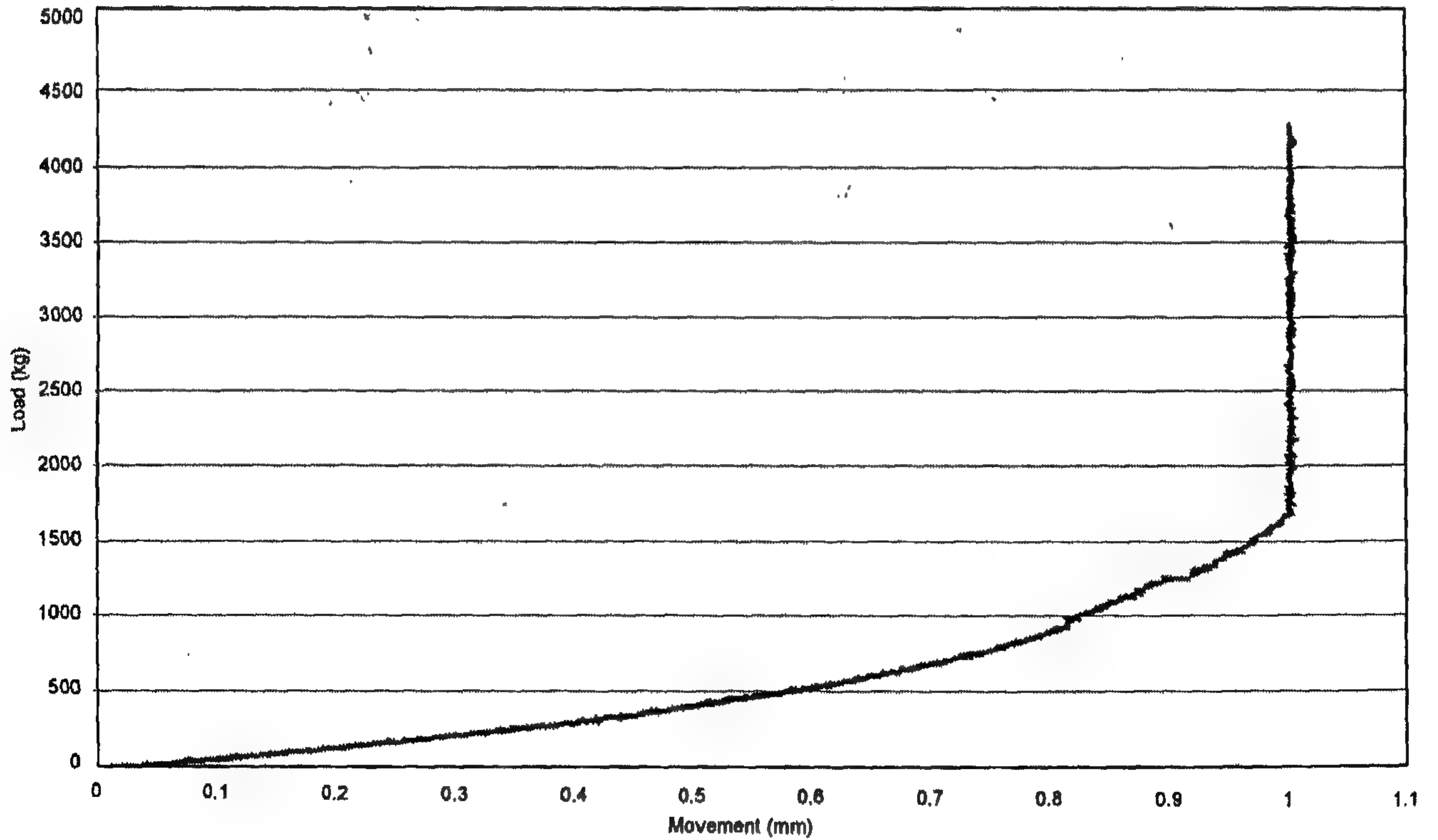
Time-Load Curve of Sample No. awm



شكل رقم (٦١-أ)

يوضح سلوك العينة رقم (١٩) خلال اختبار قياس قدرة تحمل الضغط .

Load-Movement Curve (Sample No. awm)



شكل رقم (٦١-ب)

يوضح حركة انهيار العينة رقم (١٩) خلال اختبار قياس قدرة تحمل الضغط .

٣- اختبارات قياس قوى الشد :

تعتبر قوى الشد عامل هام فى تحديد مدى كفاءة المواد والمخاليط المائنة ، خاصة عند تثبيتها بصورة قوية داخل الفراغات الموجودة بالأخشاب ، إذ فى حالة تعرض هذه الأخشاب للإنكماش بسبب تغير ظروف الرطوبة المحيطة فإنها تقع تحت تأثير قوى شد تختلف حسب حركة الخشب وفى حالة إستخدام مخاليط مائنة ذات قوى شد عالية فإن ذلك يؤدى إلى تعرض الأخشاب بالمنطقة المحيطة إلى العديد من الأضرار لذا يفضل إستخدام مواد مائنة ذات قوى شد أقل عن الخشب المحيط بها حتى تتعرض للإنهيار قبل تعرض الخشب لأى ضرر .

ولقد تم فى هذا الاختبار قياس قوى الشد غير المباشر لعينات المواد والمخاليط المائنة عن طريق تعريض عينة ذات شكل أسطوانى لضغط عمودى عليها فى الوضع الأفقى مما يؤدى إلى حدوث قوى شد على المستوى المحورى المار بالمركز العمودى على إتجاه التحميل بكلا من جانبي العينة وذلك حتى بداية مظاهر الإنهيار . ويتم حساب قوى الشد غير المباشر للعينات بالتعويض فى القانون التالى :

$$\text{قوى الشد الإنفعالية [TS] Splitting Tensils} = \frac{2P}{\pi DL} \quad \text{كيلو جرام / سم}^2$$

حيث P = أقصى حمل عند بداية الإنهيار .
D = قطر العينة .
L = طول العينة .
 π = رقم ثابت قيمة ٣,١٤ .

ولإجراء هذا الاختبار تم صب عينات المخاليط المختارة داخل قوالب أسطوانية مصنوعة من رقائق الألومنيوم الطرى بحيث تكون نسبة القطر إلى الطول ٢:١ ، ثم ثبتت على قاعده مشكلة من البلاستين الطرى بحيث يتداخل جزء من طول الأسطوانة بالقاعدة لمنع تسرب مكونات الخليط إلى خارج حدود القالب [صورة رقم (١٥٩)] . وقد روى ترك العينات بالقالب لمدة ٣ أيام قبل إخراجها ، ثم من يومين إلى أربعة أيام معرضة للجو الخارجى وذلك للتأكد من جفافها وتصلبها بصورة كاملة . وقد تم وضع هذه العينات فى الوضع الأفقى ٨-ين قرص الضغط بجهاز الضغط الهيدرولىكى السابق مع تعريضها للأحمال بصورة بطيئة متدرجة مع الملاحظة الشديدة لتسجيل القراءات عند ظهور مظاهر الإنهيار [صورة رقم (١٦٠)] .

٤- سلوك عينات المواد والمخاليط المائنة أثناء اختبارات قياس قوى الشد غير المباشر :

- أنهيار العينات فى هذه التجارب أخذ المظاهر التالية [صور رقم (١٦١ أ ب ج د هـ و)] :
 - الأنضغاط بحيث أصبح قطاع العينة الأسطوانى ، ذو شكل شبة بيضاوى .
 - ظهور شروخ طولية أو مائلة معظمها عميق فى مركز العينات بينما الطبقة السطحية تظل متماسكة فى معظم العينات .
 - انفصال بعض العينات إلى نصفين بخط إتصال مائل عند زيادة الضغط .
- عينات خشب البلسا لم تتعرض لظهور أى شروخ بالرغم من إنضغاطها أكثر من العينات الأخرى .

• تفاوت مقدار الإنضغاط بين العينات وفي العينة الواحدة قبل ظهور أول مظاهر الإنهيار .

• مخاليط الأيبوكس أعطت أعلى قيمة لمقاومة الشد الأنفعالي مع قابليتها للارتداد إلى أبعادها الأصلية بعد رفع الضغوط الواقعة عليها [صور رقم (١٦٢ ب ج د)]، يليها العينة رقم (٩) ثم العينتان رقم (١)، (٦) فالعينة رقم (٤)، (٢٨) ثم العينة رقم (١) بينما أعطت العينة رقم (٣) أقل قيمة .

أختبارات قياس أجهاد الانحناء :

تتعرض المخاليط المائلة في العديد من الحالات إلى قوى تؤدي إلى إنحناء سطحها خاصة عند تعرض الخشب للإنكماش مما يؤدي إلى تعرض الطبقة السطحية للأجزاء المستكملة إلى قوى شد أكثر من الأجزاء الداخلية مؤدياً إلى تدهورها . وفي حالة المخاليط ذات معامل الإنحناء المعتدل فإن ذلك يحافظ على وجودها بالخشب بسبب إمكانية تعاملها مع الحركات البسيطة للخشب بدون أن تتعرض للتدهور فيما عدا تغير شكلها بمقدار قوى إنحنائها التي تعتمد على مدى مرونتها وبالتالي قابليتها للشد .

ولإجراء هذا الاختبار تم إعداد العينات على شكل مكعبات (١سم^٣) مثبتة بين طرفي ساقين من خشب صلب ذي ألياف مستقيمة بحيث تكون الألياف في وضع أفقي مع العينة (١×١×٣ سم) ، مع مراعاة قوة وكفاءة خطوط اللحام بين العينة والخشب حتى لا تتعرض للانفصال أثناء الاختبار وذلك بطلاء خطوط اللحام ببارالويد B72 تركيز ١٥% في الأسيتون مضافاً إليه قليل من الميكروبالون لملي أية فراغات قد توجد مع مراعاة تخشين خطوط اللحام قبل اللصق . وقد استخدم جهاز الضغط الهيدروليكي في هذا الاختبار بعد إضافة وحده من المعدن عبارة عن لوحين مربعين من الصلب مثبت بين أركانها الأربعة أعمدة مستديرة القطاع ، وقد تم تثبيت طرفي العينة على ساقين من المعدن مستديري القطاع مستقرين داخل تجويف نصف دائري باللوح المعدني السفلي بينما يستقر فوق وسط مكعب العينة ساق أخرى من المعدن تشبه الساقين السابقين يستقر سطحها العلوي داخل فراغ نصف دائري في اللوح المربع العلوي، وقد تم وضع المجموعة كلها بين قرص جهاز الضغط [صورة رقم (١٦٣)] حيث عند تشغيل الجهاز يقع ضغط من أعلى إلى أسفل على الساق الموجودة أعلى وسط سطح العينة بينما يقع ضغط من أسفل إلى أعلى على الساقين المثبت عليهما طرفي العينة . وينتج عن هذه الضغوط تعرض الجزء الأوسط من وحدة الاختبار إلى قوى تؤدي إلى إنحناء . حيث يتم حساب مقدار هذه القوى عند نقطة الإنهيار والتي تكون عند تعرض العينة للكسر بالتعويض في القانون التالي :

$$\text{قوة الإنحناء} = \frac{3 FL}{2 ba^2} \quad \text{كيلو جرام / سم}^2$$

حيث a = سمك العينة . b = عرض العينة .

L = المسافة بين الساقين المعدن المثبتين أسفل طرفي العينة وهو رقم ثابت في

كل التجارب قيمة ٣,٦ سم .

F = الحمل .

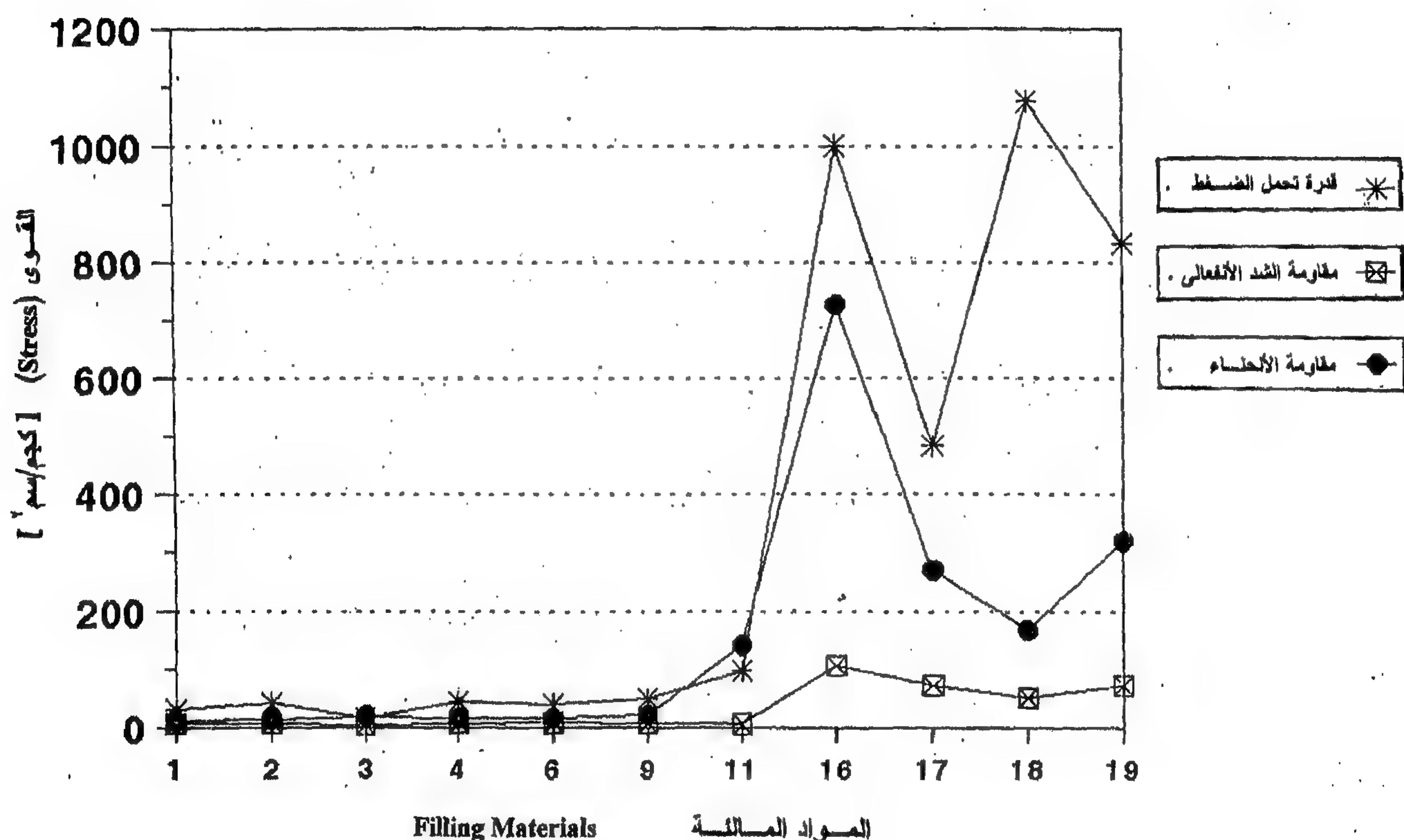
٦- سلوك عينات المواد والمخاليط المائلة أثناء اختبارات قياس قوى الانحناء :

- تعامل العينات مع قوى الضغوط الواقعة عليها في هذا الاختبار إتخذ عدة أشكال من أهمها [صور رقم (من ١٦٣ حتى ١٦٨)] :
- * الانفصال عند خط إتصال العينة بالساق الخشبية مما يدل على أن خط الإتصال ضعيف أو أن تحملة للضغوط أقل من العينة .
- * حدوث انفصال جزئى فى العينة وجزئى عند خط اللحام ويرجع ذلك إما إلى أن تحمل خط اللحام فى هذه الحالة للضغوط يتقارب مع العينة أو إلى وجود عيب فى الجزء المنفصل من خط اللحام .
- * تعرض بعض العينات إلى الكسر بصورة مفاجئة ويرجع ذلك إلى الصلابة العالية للعينة مما أدى إلى إنهيارها بصورة مباشرة .
- * حدوث شرخ فى منتصف بعض العينات أدى إلى انفصالها بصورة تدريجية مما يدل على أن العينة ذات مرونة معتدلة [صورة رقم (١٦٣ ج)] .
- * تعرض بعض العينات للانحناء بصورة كبيرة بدون التعرض للكسر [صورة رقم (١٦٦)] .
- عند تعرض مخاليط الإيبوكس والميكروبالون ومسحوق الخشب بنسبة (١:١:٤) إلى ضغط قوى انحناء يبلغ (٣٢١ كجم / سم^٢) تعرضت للانحناء بصورة كبيرة بدون حدوث أى مظهر من مظاهر الإنهيار الأخرى، وبعد إزالة الضغط الواقع على العينات عادت إلى حالتها الأولى من حيث الشكل والأبعاد . وعند إعادة نفس التجربة على نفس الخليط ولكن بنسبة (١:١:٢) قبل الانحناء ثم تعرض للكسر عند حمل ٢٠٠ كجم / سم^٢ [صور رقم (١٦٧ ب)] .
- عينة خشب البلسا المثبتة بين طرفى الساقين الخشبيين لم تصلح لإجراء هذا الاختبار عند توقيع الحمل فى الاتجاه العمودى على الألياف بسبب الارتفاع الكبير لمعدل مقاومتها لضغط قوى الانحناء بالنسبة إلى خط اللحام مما عرضة للانفصال (أنفصل عند ٢٥ كجم / سم^٢) [صورة رقم (١٦٤)] مما استدعى إجراء هذا الاختبار على ساق كاملة من خشب البلسا (٧×١×١ سم) والتي عند تعرضها للضغوط العمودية على إتجاه الألياف أنحنت بشدة حتى ظهرت أول مظاهر الإنهيار على شكل شرخ عرضى غير منتظم فى الطبقة السطحية للسطح السفلى للعينة وذلك عند حوالى ١٤١ كجم / سم^٢ وعند رفع الضغط عنها تعرضت للارتداد جزئيا [صور رقم (١٦٥ أ ب ج)] .
- عند إجراء الاختبار على عينة خشب البلسا المثبتة بين الساقين الخشبيين مع توقيع الضغط فى إتجاه الألياف انفصلت العينة عند حوالى المنتصف بصورة سريعة وذلك عند حوالى ١١,٥ كجم / سم^٢ [صور رقم (١٦٤ ب)] .
- أعلى المخاليط مقاومة للانحناء هى مخاليط الأيبوكس بمفردها والتي تقل مع زيادة نسبة المواد المائلة يليها العينة رقم (٩) ، (٤) ثم العينة رقم (٦) فالعينات (٣) ، (١) والعينة (٢) التى تعتبر أقلهم فى القيمة

والنتائج التى توصل إليها فى هذه الاختبارات اختلفت فى القيمة وذلك فى حالة تغير نسب وجود المواد المائلة المستخدمة أو فى حالة اختلاف الوسيط اللاصق أو نسبة التركيز

المستخدمه أو بسبب تغير ظروف إجراء التجربة، لذا فقد تطلب الأمر إجراء عدد كبير من التجارب ليتمكن إستبعاد النتائج العالية أو المنخفضة بصورة ملحوظة مع الوضع في الاعتبار أن عدد وحدات العينات المتجانسة يتراوح بين ثلاثة إلى خمسة ، أما في حالة المواد غير المتجانسة بصورة مؤكدة فتم زيادة عدد الوحدات التي أجريت عليها الاختبارات مع مراعاة توحيد جميع المواصفات والظروف بين العينات بقدر الأمكان .

والجدول رقم (١٧) يوضح النتائج النهائية لإختبارات تحديد الخواص الميكانيكية للمواد والمخاليط المائنة المختارة التي تستخدم في عمليات التدعيم والاستعاضة [شكل رقم (٦٢)] .



شكل رقم (٦٢): رسم بياني يوضح العلاقة بين متوسط تحمل المواد والمخاليط المائنة المختارة للنوعيات المختلفة من الضغوط.

الجدول رقم (١٧) يوضح النتائج النهائية لاختبارات تحديد الخواص الميكانيكية
للمواد والمخاليط المائلة

رقم العينة	مكونات العينة	وزن اسم من العينة جم	قدرة تحمل الضغط كجم/سم ^٢		نسبة التغير في الارتفاع %	مقاومة الشد الانفعالي كجم / سم ^٢		مقاومة الانحناء كجم/سم ^٢
			العينة بمفردها	العينة داخل الخشب		عند الانهيار	عند بداية الانهيار	
١	B72\M	٠,٣	٣١	٥١	%٢٧	٦,٤	٨,٣١	٩,٦
			٣١	٤٨	%١٨	٨	٨,٤٧	٩,٦
			٢٩	٤٦	%٢٥	١,٩٥	٣,٢٥	١٢,٧
			٢٩	٤٦	%١٧			١٤,٢
٢	B48\M	٠,٣	٤٧	٧٤	%١٦	٤,٤٢	٧,٢٦	١٩,٣
			٣٧	٦٠	%١٨	٤,٣٢	٤,٣٢	٧,٧
			٤٠	٥٦	%١٨	٧,٨٧	٧,٨٧	١٤,٨
			٤٣	٤٣				١٠,٧
٣	B72\W\M	٠,٤٢	١٩	٢٥	%١٨			٢٩
			٢١	٣٢	%٢٠			١٢,٤٢
			١٦	٢٦	%١٨	٥,١٨	٥,٧١	١٧٠٩٨
			١١	٢٢	%٩	٤,٧٥	٤,٧٥	
٤	معجون خشب جاهز	٠,٧	٤٣	٣١	%٨	٧,٥٢	٧,٥٢	١٠,٦
			٥٩	٣٩	%٣٠	٧,٥٤	٧,٥٤	٢٣
			٤١	٣٣	%٢١			١٨
			٤٣		%٢٥			
٦	B72\TW	١,٠	٣٦	٤٢	%٨	٧	٧,٥٢	١٤,٨٦
			٤٢,٩	٤٠	%١٥			١٧,٤٨
			٤٧	٤٢	%٢٠	٧,٥٢	٨,٧٧	١٥,٩
			٣٠	٣٣	%٧			
٩	عجينة ورق	٠,٧	٤٣	٣٢	%٤٢	٠,٧٧	٠,٧٧	٢٥,٣٨
			٥٣	٤٠	%٤٥	٦,٧٢	٩,٨٧	١٨,٦
			٦٦	٤١	%٥٤	٧,٢٧	٩,٦٧	
			٣٥	٢٩	%٣٨	٠,٧٧	١,٥٤	
١١	خشب البلسا ضغط عمودي على الألياف	٠,١	٣٩	٤٨	من ٨٠% إلى ٦٣%	٢	٤,٣٨	١٤١
			٧٤	٤٩	من ٨٠% إلى ٦٠%	٢,٥	٤,٣٨	١٢,٨٥
			١٠٤	٥١	من ٨٠% إلى ٦٠%	٣	٨,٣٤	١٠,٢٨
			١٤٢		من ٩٠% إلى ٨٠%			
١٦	Arالبيت 1092	١,٠	١٢٧٠	الخشب	من ٦٠% إلى ١٥%	٤٧	١٠,٧	٥٨٤
			٧٣٢	أنهار	من ٥٤% إلى ٩%			٨٦٩
			٥٠٠	بيلم	من ٤٠% إلى ٤,٥%	٤٩	٧٤	١٥٤
			٤٦٨	المينات	من ٤٢% إلى ٥,٨%			٣٨٨
١٨	MA	٠,٧	٣٦٦	لم تتأثر	من ٥٨% إلى ١٦,٥%			
			١٠,٧٦		من ٥٠% إلى ١%	٣٤	٥٢	٢١٢-١٤١
			٤٧٦		من ٦٢% إلى ١٣%			
			٨٣٣		من ٣٧% إلى ٤,١%	٤١	٧٣	٣٢١
١٩	M\WA	٠,٨	٣٤٧		من ٥٨% إلى ١٣%			٢٤١-١٩٣

نتائج الدراسات التجريبية للمخاليط والمواد المائلة :

بناء على الدراسات والأختبارات التى أجريت على مختبرات متنوعة من المخاليط والمواد المائلة التى يمكن إستخدامها فى التقوية التدعيمية للأخشاب بغرض التعرف على خواصها الطبيعية والميكانيكية حتى يمكن المفاضلة بينها لأختيار أكثرها مناسبة للإستخدام مع التماثيل الثلاثة المختارة ، تم التوصل إلى العديد من النتائج التى توضح مواصفات هذه المخاليط مع تفسير سلوكها ومدى تأثيرها على الأخشاب على المدى القريب والبعيد وبالتالى تحديد إمكانية إستخدامها . ويمكن تلخيص أهم هذه النتائج فيما يلى:

(١) تنقسم المخاليط والمواد المائلة إلى نوعين رئيسيين يتم إستخدامهم حسب نوع وحالة الخشب المراد إستكماله والظروف البيئية المحيطة .

الأول : يتضمن مخاليط المواد المائلة ذات معامل الإنضغاط المنخفض وبالتالى معامل الأنهييار المنخفض مثل الشموع وخليط الميكروبالون / مسحوق الخشب / بارالويد B72، وهذه المخاليط مناسبة للإستخدام مع معظم الأخشاب المتقدمة نظراً لتعرضها للإنهييار قبل تعرض الخشب لآى ضرر .

الثانى : يتضمن مخاليط المواد المائلة ذات قوى الالتصاق العالية ومعامل الأنضغاط العالى مثل مخاليط راتنج الأيبوكسى والمواد المائلة ويمكن إستخدامها مع الأخشاب القوية التى تحفظ فى رطوبة معتدلة الثبات بحيث تكون حركتها خفيفة بقدر الإمكان .

(٢) الأختيار غير الموفق لمخاليط المواد المائلة يمكن أن يسبب العديد من الأضرار للخشب من أهمها :-

- أضرار ميكانيكية تؤدى إلى زيادة اتساع الشروخ والتصدعات الموجودة بالخشب أو ظهور تصدعات جديدة تنتج بسبب ملء الشروخ بمواد ذات معامل أنضغاط وصلابة عالية وذلك مع الأخشاب التى تكون عرضة لتغيرات فى الرطوبة النسبية إذ فى حالة ارتفاع الرطوبة يقع الخشب تحت تأثير قوى ضغط وحيث أنه لا يستطيع التمدد بسبب الصلابة العالية للمواد المائلة المستخدمة وعدم قابليتها للأنضغاط فأنه يلجأ للتخلص من هذه القوى إلى سحق الخلايا أو تعريض الخشب للالتفاف وعند جفاف الخشب المسحوق تنتج قوى شد عالية تسبب ظهور شروخ وتصدعات فى أماكن أخرى من الخشب .

- أضرار طبيعية وكيميائية ينتج عنها :

- * الأضرار بطبقة الألوان أو سطح الخشب بسبب ارتفاع حامضية بعض هذه المخاليط بمرور الزمن أو بسبب تأثير نواتج تحللها بفعل التقادم .

- * ضرر ينتج عن الحرارة الشديدة التى تتولد عند تصلب بعض المخاليط كالأرالديت .

- * ضرر ينتج من تأثير أنتشار المذيب المستخدم فى خليط المواد المائلة بالخشب أثناء التطبيق .

- * ضرر ينتج خلال عمليات إزالة مخاليط المواد المائلة القديمة الذى يتوقف على مدى قابلية هذه المخاليط للإزالة .

- * ضرر ينتج فى الأخشاب الضعيفة بسبب معامل الأنكماش العالى لبعض هذه المخاليط عند تحولها إلى الحالة الصلبة .

- * ضرر ينتج عن قابلية بعض هذه المخاليط للإصابة بالحشرات أو الفطريات .

(٣) عدم صلاحية المخاليط التالية للإستخدام فى حالة الأخشاب المتقدمة وذلك بناء على الدراسات التى أجريت للمفاضلة بين الخواص العامة لها :

* مسحوق الخشب والغراء الأبيض نظراً لقابليته العالية للإنكماش بجانب مظهر السطح غير الجيد مع صعوبة التشكيل والإزالة .

* مسحوق الخشب والتلك مع الغراء الحيوانى، نظراً لمعدل إنكماشهم المرتفع مع صعوبة التشكيل والإزالة بجانب مظهر السطح غير الجيد والقابلية العالية للغراء لنمو الفطريات وللتأثر بالرطوبة .

* مسحوق الخشب والتلك مع كلوسيل G أو ميثيل السليولوز ، نظراً لقوى اللصق المنخفضة وبالتالي الصلابة وقوى التماسك المنخفضة بجانب مظهر السطح غير الجيد .

(٤) تفاوت عينات المواد والمخاليط المألثة فى زمن الأنهيار عند تعرضها للأنواع المختلفة من الضغوط يرجع إلى خاصية المرونة التى تعتبر من أهم العوامل المسؤولة عن طول زمن الأنهيار وقد تكون هذه المرونة من الصفات الأصلية للمعاجين أو ما يطلق عليه " المرونة الصناعية " التى ترجع إلى عوامل مؤقتة تطرأ بسبب ظروف طارئة سواء فى أسلوب أعداد العينة أو مكوناتها أو أسلوب تطبيقها مثل :

* وجود فراغات هواء بداخل العينة .

* طبيعة الوسيط اللاصق المستخدم مع المخاليط والذى تؤدى مرونته إلى مرونة العينة بينما فى حالة كونة قصيم فإن ذلك يؤدى إلى أنهيار العينة بصورة مفاجئة .

* أمكانية تداخل جزئيات مكونات العينة لقابليتها للأنضغاط مما يزيد من زمن الأنهيار .

(٥) اختلاف نتائج قياسات القوى الميكانيكية فى عينات مخاليط المواد المألثة ذات المكونات الواحدة يرجع إلى أحد العوامل التالية :

* عدم تجانس العينة بصورة تامة بسبب ميل الوسيط اللاصق للتدفق إلى السطح مما يؤدى إلى اختلاف تعامله مع الضغط الواقع عليها بالمقارنة بالأجزاء الداخلية .

* وجود شروخ دقيقة بقلب العينة مما يؤدى إلى إضعاف قدرتها على تحمل الضغوط

* قلة أو تزايد تداخل وإنضغاط الحبيبات المكونة للعينة بسبب أسلوب التحضير أو التطبيق المستخدم أو بسبب عيوب طبيعية فى العينة مثل وجود مسام واسعة أو حبيبات غير متكونة بشكل جيد .

* أن تكون العينة من المواد ذات الخواص الإتجاهية التى تعطى قياسات مختلفة للأحمال فى الاتجاهات المختلفة .

* أن تكون من العينات الهيجروسكوبية التى تتميز بقدرة على إعطاء أو امتصاص الماء وبالتالي لابد أن تختبر تحت ظروف متشابهة فى درجات الحرارة والرطوبة.

* إختلاف العينات فى الشكل أو القطاع .

* صقل بعض وحدات العينة بصورة كبيرة مما يؤدى إلى ملئ مسام السطح بالمسحوق الناتج وبالتالي يؤثر على طبيعة السطح فى هذه الوحدات بالمقارنة بالوحدات الأخرى .

(٦) ميكانيكية الأنهيار لعينات المواد والمخاليط المألثة تعتمد على طبيعة تكوين مادة العينة وترتيب ذراتها حيث فى حالة وجود بعض نقاط الضعف أو القوة داخل التركيب ينتج عن ذلك تغير فى سلوك الأنهيار فى هذه المواضع مما يؤثر على سلوك

أنهيار العينة بالكامل . وبالتالي فإن الاختلافات والتذبذب فى أشكال منحنيات قياس قوى الضغط لبعض العينات بأسلوب مغاير للمعتاد ترجع إلى حدوث تغيرات فيزيائية فى مادة العينة أثناء الإختبار ينتج عنها تغير فى اتجاه أو شكل الوحدة البنائية ويكون هذا التغير داخليا لا يظهر للعيان .

(٧) تعرضت العينات القابلة للانضغاط مثل عجينة الورق وخشب البلسا للانضغاط بصورة سريعة تحت تأثير قوى ضغط منخفضة ثم نتيجة لتداخل وأنضغاط مكوناتها ازداد تحملها للقوى الواقعة عليها حتى وصلت لأعلى أنضغاط لها فأصبح الحمل موزعاً على العينة والقرص المعدنى لجهاز الضغط .

(٨) توقفت قيم تحمل مخاليط المواد المائلة المستخدم فيها وسيط لاصق للضغوط المختلفة الواقعة عليها على نوع ونسبة ودرجة تركيز الوسيط المستخدم .

(٩) اختلفت نسب النقص فى ارتفاع عينات المواد والمخاليط المائلة نتيجة لتأثير قوى الضغط الواقعة عليها ، ويرجع ذلك إلى إختلاف طبيعة وتكوين وخصائص هذه المواد

وبالتالى قابليتها للانضغاط حيث بلغت القيم التالية بدأ بالأعلى :

- خشب البلسا عند وقوع الضغط عمودى على اتجاه الألياف من ٤٥-٩٠% وعند وقوع الضغط فى اتجاه الألياف بلغ ٤٠% .
- مخاليط الأرالديت (PY1092) من ٣٧ إلى ٦٠% حسب نوع ونسب المادة المائلة.
- عجينة الورق من ٣٨ إلى ٥٤% .
- معجون الخشب الجاهز من ٨ إلى ٣٠% .
- ميكروبالون / بارالويد B72 من ١٧ إلى ٢٧% .
- ميكروبالون / مسحوق خشب / بارالويد B72 من ٨ إلى ٢٠% .
- مسحوق الخشب والتلك / بارالويد B72 من ٧ إلى ٢٠% .
- ميكروبالون / بارالويد B48s من ١٦ إلى ١٨% ويعتبر هذا الخليط أقل المخاليط فى قابلية الأنضغاط ويرجع ذلك إلى الصلابة العالية للبارالويد B48s .

(١٠) بعض المواد والمخاليط المائلة تعرضت للارتداد جزئيا إلى أبعادها الأصلية بعد رفع الضغط الواقع عليها وهو ما يطلق عليه اصطلاح Recovery Effect ، وتظهر هذه الخاصية بصورة واضحة فى مخاليط الأرالديت PY1092 التى ارتدت إلى حوالى من ٣٠ إلى ٥٠% من ارتفاعها الأصلى حسب نوع ونسبة تواجد المادة المائلة ونوع الأرالديت المستخدم، يليها خشب البلسا الذى ارتد بنسبة تتراوح من ١٠ إلى ٢٠% عند رفع الضغط الذى يقع على الاتجاه العمودى على الألياف ، ويصاحب هذا الارتداد اختفاء جزء من مظاهر التدهور كالشروخ الدقيقة . وتؤكد هذه الخاصية صلاحية خشب البلسا للاستخدام فى عمليات التقوية التدعيمية لأمكانة التعامل مع الحركات الطبيعية المعتدلة للخشب عند التعرض لتغيرات الرطوبة النسبية. كما أنها يمكن أن تمثل نفس القيمة بالنسبة إلى مخاليط الأرالديت ألا أن الأمر فى هذه الحالة يحتاج إلى إجراء المزيد من التجارب للتوصل إلى خليط تتوفر فيه المواصفات المطلوبة .

(١١) الخواص. الاتجاهية تلعب دوراً كبيراً في مقدار ما تتحمله الأخشاب من ضغوط ، حيث أثبتت التجارب أن خشب البلسا يتحمل ضغوطاً في الاتجاه العمودي على الألياف يبلغ ثلاثة أضعاف ما يتحمله في اتجاه الألياف ، بينما تبلغ مقاومة الانحناء في الاتجاه العمودي على الألياف أكثر من عشرة أضعاف اتجاه الألياف . وتختلف هذه النسب حسب نوع وموضع قطع الخشب المستخدم من الشجرة الأم (مماس - قطري)

(١٢) أخف عينات المواد والمخاليط المألثة في الوزن هي خشب البلسا يليها مخاليط الميكروبالون ثم عجينة الورق ومعجون الخشب الجاهز يليهم مخاليط الأرالديت التي تختلف في الوزن حسب نوع ونسبة وتواجد المادة المألثة . أما انقل المعاجين في الوزن فهو خليط مسحوق الخشب والتلك مع بارالويد B72 .

(١٣) بناء على القياسات التي تم التوصل إليها في هذه الدراسة تم ترتيب المواد والمخاليط المألثة المختبرة والتي تستخدم في عمليات التقوية التدميمية للخشب بدأ بالأعلى في القيمة كما يلي :-
أ- تحمل قوى الضغط :

- ١- الأرالديت (PY1092) .
- ٢- أرالديت / ميكروبالون
- ٣- أرالديت / ميكروبالون / مسحوق خشب .
- ٤- أرالديت / مسحوق خشب .
- ٥- خشب البلسا في الاتجاه العمودي على الألياف
- ٦- معجون الخشب الجاهز .
- ٧- عجينة الورق .
- ٨- مسحوق خشب/تلك / بارالويد
- ٩ B72 - ميكروبالون / بارالويد B48s .
- ١٠- ميكروبالون / بارالويد B72
- ١١ - ميكروبالون / مسحوق خشب / بارالويد B72 .

ب- قوى الشد غير المباشر :

- ١- أرالديت (PY1092) .
- ٢- أرالديت / ميكروبالون
- ٣- أرالديت / ميكروبالون / مسحوق خشب .
- ٤- أرالديت / مسحوق خشب .
- ٥- عجينة ورق .
- ٦- ميكروبالون / بارالويد B72 .
- ٧- مسحوق خشب / تلك / بارالويد B72 .
- ٨- معجون خشب جاهز .
- ٩- ميكروبالون / بارالويد B48s .
- ١٠- خشب البلسا .
- ١١- ميكروبالون / مسحوق خشب / بارالويد B72 .

ج - قوى مقاومة الانحناء :

- ١- أرالديت (PY1092) .
- ٢- أرالديت / مسحوق خشب .
- ٣- أرالديت / ميكروبالون / مسحوق خشب .
- ٤- أرالديت / ميكروبالون .
- ٥- خشب البلسا في الاتجاه العمودي على الألياف .
- ٦- عجينة الورق .
- ٧- معجون خشب جاهز .
- ٨- مسحوق خشب/تلك / بارالويد
- ٩ B72 - ميكروبالون / مسحوق خشب / بارالويد B72 .
- ١٠- ميكروبالون / بارالويد B72 .
- ١١- ميكروبالون / بارالويد B48

وبدراسة القياسات السابقة التي تمثل قيم تحمل المواد والمخاليط المألثة للضغوط المختلفة بجانب دراسة سلوك هذه المخاليط أثناء التجارب أمكن تحديد أماكن الإستخدام لكل منها حيث:-

١- مخطيط الأرديت تستبعد من الإستخدام مع الأخشاب خاصة التي تحفظ في أماكن متغيرة الرطوبة ويرجع ذلك إلى صلابتها العالية وأرتفاع قيم تحملها لأنواع المختلفة من الضغوط بجانب عدم عكسية الإستخدام . إلا أنه في بعض الحالات الاستثنائية يمكن إستخدام هذه المخطيط خاصة مع الآثار كبيرة الحجم التي تتميز بالصلابة العالية مما يتطلب إستخدام مادة صلبة لها قدرة عالية على تحمل الضغوط لا تتعرض للإتكماش وتتميز بالقدرة على البقاء ، وفي هذه الحالة وبناء على التجارب التي أجريت يراعى التالى للحصول على خليط مناسب للإستخدام مع الأخشاب:

- إضافة مادة خاملة للإرديت مثل الميكروبالون ، لتخفيض قيم قوى تحملة للضغوط والتي تزداد في الأنخفاض كلما زادت نسب هذه المادة المضافة بحيث تصبح أقل عن الخشب المراد أستكماله ، كما أنها تؤدي إلى تقليل اللزوجة وقوى الالتصاق، بجانب تأثيرها الفعال في تخفيض الحرارة الناتجة عند التصلب وزيادة معامل الانحناء.

- استخدام أحد أنواع الأيبوكسى ذات اللزوجة المنخفضة لكى يسمح بأضافة نسبة كبيرة من المادة الخاملة لنحصل على خليط خفيف الوزن يمكن تشكيله وتلويته بسهولة ، لا يتعرض للتغير في الأبعاد ، ذو كثافة تتقارب مع الخشب، هذا بجانب تقليل كمية الراتنج الموجودة في الخليط مما يمنع زحفة الى داخل الخشب وهو في الحالة السائلة.

- عدم تطبيق خليط الأيبوكسى مباشرة على الخشب نظراً لعدم عكسية الاستخدام، ولتحقيق ذلك يتم عزل الموضع المراد أستكماله أولاً بمادة مقوية مناسبة مثل بارالويد B ٧٢ وذلك على عدة طبقات، وبعد تمام التصلب تملأ المزانق والأجزاء الغائرة بالخشب بقطع من الأسفنج أو الكاوتش ثم توضع رقائق الألمونيوم المرنة العازلة داخل الفراغ بحيث تأخذ شكله وتغطي سطح الخشب تماماً، ثم يصب خليط الأيبوكس داخله على شكل طبقات متتالية تطبق كل طبقة بعد تصلب الطبقة السابقة تماماً. وعند تمام الصب والتصلب يتم أستخراج الجزء المصبوب من الفراغ المعزول بسهولة ويتم التخلص من قطع الأسفنج الموجودة بالمزانق ، ثم يثبت الجزء المصبوب المتصلب داخل الفراغ بالإستخدام مادة لاصقة قابلة للأزالة بأحد المزيبات العضوية مع أضافة مادة مالئة مثل الميكروبالون لزيادة التماسك مع ملئها للفراغات الصغيرة التي يمكن أن توجد بين سطح الخشب وخليط الأيبوكسى ، وبذا يصبح من السهل التخلص من الجزء المستكمل عند الحاجة لذلك مع تجنب تأثير الأيبوكس على الخشب بصورة مباشرة.

٢- خليط مسحوق الخشب والتلك مع بارالويد B72 يفضل إستخدامه في الحالات التي تتطلب خليط ذو صلابة عالية نسبياً .

٣- عجينة الورق تستخدم عند الحاجة إلى مادة مالئة سهلة التشكيل والفصل لاتمثل أى تحميل أو تعرض الخشب لأى أضرار كيميائية أو ميكانيكية ، قابلة للإنضغاط بصورة معتدلة .

٤- خشب البلسا يستخدم عند الحاجة لإستخدام خشب حديث في عمليات التدعيم نظراً لأن تعامل الأخشاب الأثرية المتقدمة مع التغيرات في الظروف الجوية المحيطة يكون مختلفاً عن الخشب الحديث بسبب العديد من الأسباب الفيزيائية

والكيميائية مما ينتج عنه انفصال الأخشاب الحديثة عن سطح الخشب القديم أو تسببها في تعرضه للضرر مما يستلزم استخدام خشب ذي مواصفات خاصة تتوفر في خشب البلسا إذ أنه خشب قليل الحركة والتأثر بالتغيرات في الرطوبة النسبية ، سهل التشكيل ، خفيف الوزن ، يتميز بالقابلية العالية للإنضغاط عند التعرض لأي ضغط ثم الارتداد بصورة جزئية مما يجعله قادراً على التعامل مع الحركات الطبيعية للخشب المتقادم بجانب قدرته العالية على تحمل الضغوط المختلفة في الاتجاه العمودي على الألياف حيث ينضغط أو ينحني بدون التعرض للإنفصال أو التشرخ وهو ذو مظهر مناسب للإستخدام مع الأخشاب مع سهولة التخلص منه عند الحاجة لذلك .

٥- مخاليط الميكروبالون والبارالويد تعطي معاجين مائنة خفيفة الوزن سهلة التطبيق والتشكيل ، سهلة الإزالة ، صلبة ذات قدرة على تحمل الإحتكاك ، تقبل الإنضغاط بصورة معتدلة وتتطابق في مظاهر الأنهيال مع المعاجين القياسية، كما أنها خاملة لاتمثل غذاء للحشرات أو الفطريات يمكن الحصول عليها بمواصفات تختلف حسب نوع ودرجة تركيز الوسيط اللاصق المستخدم .

٦ - خليط الميكروبالون ومسحوق الخشب والبارالويد B72 الذى أعطى أقل قيمة في تحمل الضغوط بالمقارنة بالمعاجين المختبرة يمكن إستخدامه عند الحاجة إلى خليط تتوفر فيه معظم مواصفات الخليط السابق مع سرعة الانهيال .

الباب الرابع

الجانب التطبيقي
لعلاج مجموعة التماثيل الخشبية
التي عثر عليها بمصطبة "كاعبر"

الجانب التطبيقي لعلاج مجموعة التماثيل الخشبية التي عثر عليها بمصطبة "كاعبر"

أولاً: اختيار الأسلوب الأمثل لعلاج التماثيل:-

أن اختيار الأسلوب والمواد المناسبة للاستخدام في ترميم الآثار الخشبية يتم بناء على مجموعة من المعايير الترميمية الخاصة التي تختلف باختلاف حالة الأثر المراد ترميمه وأسلوب صناعة بجانب الأهداف المراد تحقيقها، وبالتالي فإن تلك المعايير تكون خاصة بهذا الأثر بصورة محددة وتمثل دستور الترميم الخاص به ويوجد بجانب هذه المعايير الخاصة التي تختلف من أثر إلى آخر بعض المعايير الترميمية الثابتة التي تمثل الأسس والقواعد الأساسية التي تراعى بصورة عامة عند الاختيار والمفاضلة بين مواد الترميم المختلفة المستخدمة في ترميم الآثار الخشبية. وهى تمثل النقاط التي تم بناء عليها تقييم النتائج التي توصل إليها في الدراسات السابقة وبالتالي المفاضلة بين المواد والمعاجين المختبرة لاختبار أنسبها للاستخدام بما يتناسب مع الحالة الراهنة للتماثيل الخشبية المختارة وبما يتماشى مع دستور الترميم المتبع دولياً ويتوافق مع أخلاقيات الترميم التي تضع الأولوية لمصلحة الأثر واستمراريته .

أ - دستور الترميم الذى أتبع عند اختيار أساليب ترميم التماثيل:

- ١ - خلال عمليات الترميم المختلفة قد يضاف أو يزال أو يتغير شيء في الأثر مما قد يؤدي إلى تغير قيمته التاريخية لذا يجب مراعاة القيام بأعمال الترميم الضرورية فقط والتي تستلزمها حالة التماثيل للحفاظ عليها وذلك بأقل قدر من المواد.
- ٢ - الترميم لا يعنى تجميل الأثر بقدر ما هو الحفاظ عليه وعلى ما يحمله من معلومات عن تاريخ وحضارة الإنسان، لذا يراعى عدم ظهور اللمسة الفنية الشخصية للمرمم خلال عمليات الترميم، خاصة في التشطيبات النهائية وألا تغير جزء هام وأساسي فيما تمثله التماثيل.
- ٣ - إجراء الدراسات والفحوص والتحليل العلمية للتعرف على المواد المستخدمة في صناعة التماثيل والأسباب التي أدت إلى تعرضها للتلف أمر ضروري قبل تحديد الأسلوب الذي يستخدم في عمليات الترميم، حتى يتم العمل على أساس علمي صحيح مع الوضع في الاعتبار أن التماثيل وإن تشابهت في المظهر العام للتلف إلا أن الأسباب قد تكون مختلفة تماماً، وتتطلب أساليب علاج مختلفة.
- ٤ - عند استخدام أي من مواد الترميم سواء للتقوية أو التدعيم أو الاستكمال، لابد من التعرف أولاً على التغيرات التي قد تطرأ عليها بالتقادم وتأثيرها على الأخشاب مع الأفضلية للمواد التي يمكن التخلص منها عند الحاجة بسهولة ودون تعريض التماثيل للضرر.
- ٥ - عمليات التقوية تتم لأجزاء التماثيل التي تحتاج بصورة فعلية للتقوية دون اللجوء إلى تقوية التمثال ككل، إذ أن أفضل ترميم هو الذي يستخدم فيه أقل مواد ممكنة وبما يتوافق مع حالة وصالح الأثر، فمواد الترميم على اختلاف أنواعها يمكن أن تتعرض للتغير والتحول بمرور الزمن مسببة تعرض الأثر لضرر لا يمكن علاجه.
- ٦ - فصل التراكيب الصناعية المستخدمة في تجميع أجزاء التماثيل لا يتم إلا في حالات الضرورة القصوى التي تتطلبها عمليات الترميم وبما لا يعرضها للضرر، وفي حالة صعوبة الفصل أو إمكانية تعرض أجزاء من هذه التراكيب للضرر تستكمل عمليات الترميم بأسلوب

مختلف لا يستلزم الفصل، ويمكن اللجوء إلى استخدام التصوير بالأشعة السينية للتعرف على وضع هذه التراكيب وحالتها.

٧- استبدال الأجزاء المستكملة في ترميم سابق يتم في الحالات الضرورية وبما يتماشى مع صالح الأثر، وفي حالة التأكد بما لا يدع مجال للشك أن هذا الاستكمال يسبب الضرر للأثر، إذ أن عمليات فصل هذه الأجزاء قد تسبب العديد من الأضرار التي قد تؤثر بصورة مختلفة ومستديمة على الأثر.

٨ - اتخاذ أي قرار نهائي يتعلق بمدى أثرية أجزاء من التماثيل لا يتم بناء على رأى شخصي إذ لابد من اللجوء إلى الدراسات والفحوص الأثرية والعلمية والتي يتم على أساسها اختيار أكثر القرارات توافقاً مع صالح الأثر وفي حالة وجود أي مجال للشك في سلامة القرار يتّرك للمستقبل عند توفر المزيد من التقدم العلمي الذي يمكن أن يحدد القرار الصحيح الذي لا شك فيه.

ب - المعايير الترميمية لمواد التقوية:-

١ - لابد أن يتميز فيلم مادة التقوية بعد الجفاف بالشفافية والتماسك والمتانة مع التمتع بقدر معتدل من المرونة .

٢ - يفضل أن تتميز بأس هيدروجيني (pH) أقرب ما يكون إلى التعادل.

٣ - أن تكون مقاومة للانكماش بنسبة لا تقل عن ٨٠% حتى لا تسبب حدوث تشوه داخلي للخشب.

٤ - ألا تتأثر بالماء بعد الجفاف بما لا يقل عن ٩٠% وفي نفس الوقت تسمح بقدر مناسب من النفاذية .

٥ - غير حساسة للتغير الضوئي والأكسدة.

٦ - ألا تتأثر بحركة الخشب الطبيعية بصورة مثلفة.

٧ - ألا تؤثر على الألوان أو أرضيات التصوير.

٨ - عكسية الاستخدام أي يمكن التخلص منها عند الحاجة لذلك بسهولة وبدون تعريض الأثر لأي تدهور أو تغير في التركيب الداخلي.

٩ - ألا تسبب زيادة كبيرة في وزن الخشب المعالج بها.

١٠ - ألا تسبب تغيراً في المظهر واللون الطبيعي للخشب.

١١ - يمكن استخدامها بدون أن يؤدي ذلك إلى منع استخدام مواد ترميم أخرى.

١٢ - ألا تتحد كيميائياً مع الأثر بحيث تصبح جزءاً منه (مثل راتنجات السليكون).

١٣ - أن تتميز بالنفاذية العالية بحيث تملأ أكبر قدر ممكن من الفراغات الداخلية لخلايا الخشب ولزيادة نفاذيتها وامتصاصها بالخشب فإن ذلك يتطلب تميزها بشد سطح عالي ولزوجة منخفضة بقدر الأمكان.

١٤ - أن تكون ذات درجة تحول زجاجي (Tg) عالية .

١٥ - أن تكون قابلة للذوبان في أكثر من مذيب عضوي.

١٦ - تتميز بخواص لصق قوية إذ أن الالتصاق الجيد بين المادة المقوية والخشب يعتبر من أهم العوامل للحصول على تقوية فعالة.

١٧ - أن تكون ذات وزن جزيئي منخفض بقدر الأمكان إذ كلما أنخفض الوزن الجزيئي كلما أخفضت لزوجة السائل.

١٨ - ألا تمثل مصدر جذب للحشرات أو للنمو الفطري.

١٩ - أن تكون ذات خواص تقادم جيدة بحيث لا تتعرض خواصها المميزة والتي استخدمت من أجلها للتغير بصورة فعالة عند التعرض لظروف التقادم المختلفة.

ح - المعايير الترميمية لمواد ومخاليط التدعيم والاستكمال:-

- ١ - التقارب في الخواص الفيزيائية مثل الصلابة والتماسك بين طبقة السطح والأجزاء الداخلية
- ٢ - أن تكون ذات خواص ميكانيكية أقل قوة عن الأخشاب المستكملة، بمعنى أن تكون قدرتها على تحمل الأنواع المختلفة من الأحمال والضغط أقل عن هذه الأخشاب بحيث تتعرض للانهييار أولاً.
- ٣ - قابلة للتمدد والانضغاط بما يتناسب مع حركة الخشب الإعتيادية الطبيعية وبدون أن تتعرض للتشوة أو تغير الأبعاد بقدر المكان .
- ٤ - أن تتميز بالتجانس والتماثل بقدر الأمكان حتى يكون تعاملها مع الظروف الخارجية موحد.
- ٥ - أن تتميز بدرجة مناسبة من المرونة وقابلية الإستطالة حتى لا تتعرض للانهييار بصورة مفاجئة بل يتم ذلك بصورة تدريجية .
- ٦ - ذات قوة إلتصاق معتدلة أى ألا تكون ضعيفة يسهل انفصالها أو شديدة القوة بحيث يصعب انفصالها .
- ٧ - ألا تميل الى السيولة التدفق والتغلغل داخل مسام الخشب مسببة تغير خواص ولون الخشب فى المنطقة المحيطة بها سواء بسبب الوسيط اللاصق أو المذيب المستخدم .
- ٨ - أن تكون سهلة التحضير والتطبيق والتشكيل بما يتناسب مع طبيعة الأجزاء المراد استكمالها .
- ٩ - معتدلة الجفاف بحيث تعطى الوقت المناسب للتطبيق وفى نفس الوقت المناسب لإنهاء أعمال الإستكمال فى الفترة الزمنية المطلوبة .
- ١٠ - ألا تتعرض للانكماش الملحوظ بعد الجفاف.
- ١١ - قابلة للصقل والتلوين لإعطاء مظهر جيد يتناسب مع المظهر الطبيعى للخشب المراد إستكماله .
- ١٢ - أن تتميز بإمكانية الإزالة عند الحاجة لذلك بدون الإضرار بالخشب .
- ١٣ - أن تكون ذات خواص تقادم جيدة ،أى لا تتعرض لتغير متلف بمرور الزمن.
- ١٤ - ليس من السهل تعرضها للإصابة بالحشرات أو الفطريات .
- ١٥ - أن تتناسب وتتوافق بصورة عامة مع الخواص الفيزيائية للخشب المراد إستكمال خاصة فيما يتعلق بالوزن والصلابة .
- ١٦ - عند تعرضها الى قوى وضغوط مختلفة سواء ضغط أو شد أو انحناء يفضل وجود فرق زمنى بين نقطة بداية الأنهييار ونقطة الأنهييار التام .
- ١٧ - ألا تسبب عمليات التصلب تولد حرارة مرتفعة .

ثانياً : المواد المختارة لترميم التماثيل

بناء على الدراسات التى أجريت والنتائج التى تم التوصل اليها فيما يتعلق بمواد التقوية والمواد المائلة المختبرة ، امكن التوصل الى اختيار انسب هذه المواد التى تتناسب من الحالة الراهنة للتماثيل وتتفق مع معايير الترميم القياسية المتبعة عالمياً .

أ - مواد التقوية :-

حيث أن أغلب الأجزاء التى تحتاج الى تقوية بالتماثيل الثلاثة تقتصر على الطبقات السطحية الضعيفة والمتحولة بسطح الخشب بجانب تقوية ما تبقى من طبقات المعجون وبقايا الالوان . لذا فإن الأمر إستلزم إستخدام مادة تقوية ذات مواصفات خاصة لتتناسب مع

الغرض المطلوب منها بدون التأثير على المواصفات والمظهر العام للخشب وطبقات الألوان، ويمكن إيجاز أهم هذه المواصفات في النقاط التالية :-

- أن تكون ذات نفاذية محدودة إذ المطلوب تقوية الطبقة السطحية للخشب أو الطبقة الحاملة للون ذات السمك القليل .
- لا تسبب تغير ملحوظ في لون الخشب حتى لا يؤدي ذلك الى تشوة التماثيل ، خاصة أن عمليات التقوية مطلوبة بصورة محددة لبعض المناطق المنتشرة على سطح الخشب .
- أن تكون ذات قوة محدودة مع تمتعها بالمرونة حتى لا تسبب تحول الأجزاء المقواة الى الصلابة العالية مما يؤدي الى حدوث تغير كبير في خواص القوى بين الأجزاء السطحية المقواة وبين الأجزاء الداخلية غير المقواة وبالتالي إختلاف تعاملهم مع التغيرات في الظروف المحيطة .
- أن تكون قابلة تعرضها للإصابة الفطرية ضعيفة وأقل في كل الحالات عن قابلية الخشب خاصة بما يتعلق بفطريات التحلل .
- أن تعطى فيلما شفافا غير لامع حتى لا تسبب لمعان السطح في الأجزاء المقواة.

وبناء على نتائج التجارب السابقة التي أجريت على مختبرات من مواد التقوية تم اختيار مادة البلكسيسول Plexisol B597 ، لأجراء عمليات التقوية المطلوبة لتمثال كاعبر ، إذ أنها تتميز بإحتفاظها بالمرونة مع عدم تعرضها للإنكماش بجانب قابليتها العالية للذوبان (٩٧%) بجانب أنها ذات أس هيدروجيني متعادل عند التعرض للتقادم الطبيعي . كما أنها تتميز بنفاذية معتدلة بالخشب ودرجة صلابة محدودة . أما أهم الصفات التي جعلتها أنسب المواد للإستخدام مع التمثال فهي خاصية عدم تغير اللون وذلك في حالة إستخدام المذيب المناسب حيث أثبتت التجارب أن أنسب المذيبات للإستخدام هي الطولوين أو التراي كلوروأثيلين والذان يعطيا فيلم مط لا يؤثر على اللون الطبيعي للخشب ويضفي حماية جيدة ضد تأثير الماء مع السماح بقدر محدود من النفاذية . [صورة رقم (١٦٩)] .

كما إستخدمت مادة البارالويد B72 المذابة في الأسيتون أو التولوين والأسيتون بنسبة ٦٠ الى ٤٠ بالوزن بتركيز ١٥% كوسيط مع المواد المائلة في مخاليط التدعيم وكما مادة لاصقة ، وتركيز ٥% للتقوية ، ويرجع ذلك الى أن التجارب السابقة قد أثبتت تميزها بخواص تقادم جيدة تتمثل في أحتفاظها بجزء معتدل من المرونة مع عدم التعرض للإنكماش وقابلية عالية للذوبان مع سهولة إزالتها عند الحاجة ، مع الأحتفاظ بقيمة الأس الهيدروجيني في الحدود الأمنية، هذا بجانب قدرتها الكبيرة على النفاذية وتأثيرها المعتدل على الألوان . وقد أعطت هذه المادة عند التطبيق أفضل النتائج بما يتوافق مع المعايير الترميمية التي تتمشي مع الحالة المميزة لأخشاب التماثيل.

ب - المواد المائلة :-

بجانب عمليات التقوية السابقة إستلزمت حالة التماثيل الثلاثة إستخدام بعض المواد المائلة لتقوية وتدعيم الشروخ الطولية العميقة المتسعة التي توجد في اتجاه الالياف متغلغلة في

عمق الخشب والتي تواجد معظمها فى التماثيل قبل تشكيلها مما دفع المصرى القديم الى إستكمالها بإستخدام معجون تساقط معظمه بسبب الجفاف الشديد الذى تعرض له التماثيل خلال فترات الدفن ، وقد تسببت هذه الشروخ فى ضعف بنية التماثيل مع تواجد احتمالات تعرضها للإتساع لذا تطلبت هذه العمليات إستخدام مواد ومخاليط يتوافر فيه بعض الشروط والمواصفات الخاصة والتي من أهمها :-

- الوزن الخفيف حتى لا تمثل تحميل على خشب التمثال أو تؤثر فى الوزن الطبيعى له مع قدرتها على ملء الفراغات نظرا للعمق الكبير للشروخ المراد تقويتها وتدعيمها .
- تستخدم فى الحالة السائلة ويمكن التحكم فى درجة سيولتها حتى تتغلغل الى الاعماق الضيقة للشروخ .
- خاملة وثابتة لا تتأثر بالرطوبة أو تذوب فى الماء .
- تتميز بخواص التصاق معتدلة حتى تتماسك بشدة مع جانبي الشروخ وبالتالي تمنع اتساعها عند تعرضها لتغيرات فى الرطوبة المحيطة وذلك فى الحدود المعتدلة .
- تتميز بصلابة مناسبة لكثافة وحالة أخشاب التماثيل وفى نفس الوقت سهولة التشكيل والصقل
- عند وقوعها تحت تأثير أى من القوى الميكانيكية تتعرض إلى الإنهيار قبل أخشاب التماثيل ويتم ذلك بصورة بطيئة تدريجية .
- تقبل الانضغاط بصورة معتدلة حتى تتعامل مع الحركة الطبيعية الاعتيادية للخشب.
- سهولة التحضير والتطبيق بما يتناسب مع طبيعة الأجزاء المراد تدعيمها .
- لا تتعرض لتغير الأبعاد عند التصلب أو عند تغير معدلات الرطوبة .

وبناء على نتائج الدراسات والإختبارات السابقة التى أجريت على مختبرات من مخاليط المواد المألثة ، تم اختيار خليط الميكروبالون الزجاجى والبارالويد B72 المذاب فى الاستيون بتركيز ١٥% كوسيط لاصق إذ أن الإختبارات أثبتت توافر معظم المواصفات المطلوبة بة خاصة فيما يتعلق بالوزن الخفيف وقابلية الإنضغاط والصلابة مع سهولة الإزالة والتي يمكن الحصول عليها بإستخدام قطرات من المذيب المناسب [صورة رقم (١٧٠-أ)] . وقد إستخدم نفس الخليط فى ملء وتدعيم الفراغات العميقة المتغلغلة فى كتلة الخشب بصورة غير منتظمة والتي نتجت عن الإصابة الحشرية خاصة بتمثال " الشاب" الا أنه نظرا الى المساحة الكبيرة التى تشغلها هذه الفراغات إستخدام مع الخليط مكعبات صغيرة من خشب البلسا الخفيف حتى تقلل من كمية الخليط المستخدم الذى روعى زيادة درجة سيولته.

أما فى حالة الفراغ العميق المتسع غير المنتظم الموجود بالجانب الأيسر لوجة تمثال " الشاب" ، فنظرا لتداخل أكثر من جزء خشبى به وذلك فى اتجاهات مختلفة مما قد يعرضه الى ضغوط من أكثر من إتجاه عند تغير ظروف الرطوبة المحيطة لذا اختير خليط الميكروبالون الزجاجى ومسحوق الخشب الناعم المتجانس الخالى من الشوائب بنسبة ١ : ٢ والمضاف اليه البارالويد B72 المذاب فى الاستيون بتركيز ١٥% كوسيط لاصق . إذ أن التجارب السابقة قد أثبتت أنه أكثر المخاليط فى سرعة الأنهيار عند تعرضه لأى من النوعيات المختلفة من الضغوط ، بجانب تميزه بالثبات والمتانة والوزن المعتدل مع سهولة التشكيل والتطبيق هذا

بجانب قوى لصق معتدلة مع إمكانية تحضيره بدرجات مختلفة من السيولة تمكنه من التداخل فى الأجزاء الضيقة من الفراغات .

وفى حالة الأجزاء المفقودة عند خطوط إتصال أجزاء التماثيل معا مثل موضع إتصال الساعد بالعضد بتمثال "كاعبر" والذراع الايسر بالكثف بتمثال "الشاب" إستخدم خشب البلسا نظرا لتميزة بالعديد من الخواص التى تجعله مناسباً للإستخدام فى ملء وتدعيم هذه الأجزاء والتى من أهمها :-

- قلة الحركة إذ أنه لايتأثر بصورة ملحوظة بالتغيرات فى الرطوبة المحيطة .
- إمكانية التعامل مع الحركة الطبيعية لاختشاب التماثيل إذ أنه يقبل الإنضغاط لدرجة كبيرة قد تصل الى ٩٠% من ابعادة الاصلية مع إمكانية إرتداه جزئياً عند رفع الضغط الواقع عليه ويرجع ذلك الى تميزة بالمرونة .
- لايمثل تحميل أو ضغط على أخشاب التماثيل نظرا لوزنه الخفيف .
- سهل التشكيل والصقل معطيا سطحاً ذو مظهر وخواص تتناسب مع اخشاب التماثيل
- خشب راسخ متين بالرغم من تميزة بخواص قوى منخفضة .
- يمكن التخلص منه بسهولة عن طريق إذابة المادة اللاصقة المستخدمة فى تثبيته.

وقد روعى عند الإستخدام توافق إتجاه ألياف خشب البلسا مع إتجاه ألياف أخشاب التماثيل إذ أن قابلية الإنضغاط لخشب البلسا تبلغ اعلى قيمة عند وقوع الضغط فى الإتجاه العمودى على الألياف [صورة رقم (١٧٠-ب)].

كما إستخدمت عجينة الورق الجاهزة لملء وتدعيم الأجزاء الناقصة عند الحافة السفلى لتمثال "السيدة"، ويرجع ذلك الى انها اكثر متانة عن خشب البلسا خاصة عند تعرضها للإحتكاك كما أن قابليتها للإنضغاط أقل مع سهولة التخلص منها سواء بإستخدام مذيب للمادة اللاصقة او بالتنديية بالماء مع إستخدام الأدوات الدقيقة هذا بجانب إمكانية إستخدامها على شكل عجينة طرية يمكن أن تأخذ الشكل غير المنتظم للفراغ المراد إستكماله ، كما يمكن فصلها بسهولة بعد الجفاف نظرا لتميزها بخواص التصاق ضعيفة [صورة رقم (١٧٠-ج)].

والمراحل النهائية لعمليات التدعيم تمت بتلوين الأجزاء المضافة بلون متقارب مع لون التماثيل بإستخدام أسلوب التنقيط أو التهشير عن طريق عمل خطوط دقيقة صغيرة متجاورة بأكثر من لون بحيث لايمكن تمييزها عن بعد ولكن يسهل تمييزها للعين الخبيرة عن قرب وذلك للحصول على لون متقارب للون المميز للخشب وفى نفس الوقت لأمكانية تمييز الأجزاء المضافة . وقد إستخدم فى التلوين ألوان الأكريلك نظرا لأمكانية ذوبانها فى الماء عند التطبيق وعدم قابليتها للذوبان بعد الجفاف التام .

ثالثاً : الأساليب والطرق التى إستخدمت فى علاج التماثيل

نظراً لتنوع مظاهر التلف بالتماثيل الخشبية المختارة فقد تم تقسيم عمليات العلاج الى اكثر من مرحلة اختلفت فى النوعية واساليب التطبيق المستخدمة حسب نوعية التلف بكل تمثال وبما يتناسب مع الهدف المراد تحقيقه .

(أ) : مراحل ترميم تمثال " كاعبر " (٣٤ كتالوج)

١ - عمليات التنظيف :-

الغرض الرئيسى من عمليات التنظيف هو إزالة طبقات الغبار والمواد المترسبة والمتداخلة بطبقات السطح والبقع المختلفة والتي تؤدي الى تشوية سطح الأثر من الناحية الجمالية بجانب طمس بعض المعالم الأثرية من تفاصيل وكتابات وزخارف مما يؤثر بصورة ايجابية على المظهر العام للأثر قد يصل الى حد التأثير على أهمية الأثرية .

وتنقسم عمليات التنظيف بوجه عام الى نوعين رئيسيين ، الأول التنظيف الكيميائى " Chemical Cleaning " الذى يستخدم فيه نوعيات مختلفة من مواد التنظيف والمذيبات حسب نوعية المادة المراد التخلص منها ، إذ أن هذه النوعية من مواد التنظيف تعمل اما على خلخلة تماسك المواد العالقة بسطح الخشب مما يسهل التخلص منها أو إذابتها فى المذيب المناسب . والنوع الثانى من عمليات التنظيف هو التنظيف الميكانيكى " Mechanical Cleaning " والذى يتم باستخدام الأشكال المختلفة من الفرش والأدوات الدقيقة كالغدر والمشارط الخشبية والمعدنية والتي تعمل على إضعاف وفك ترابط أو التصاق المواد العالقة بسطح الخشب بحيث يمكن إمتصاصها باستخدام مضخة سحب الهواء " Aspirator Pump " التى تمتص الأتربة والمواد العالقة بقوة يمكن التحكم فى شدتها وسرعتها . ويستخدم فى عمليات التنظيف الميكانيكى بعض الأساليب الحديثة مثل الأجهزة الدافعة لنوعيات معينة من المواد الحكاكة Abrasive المختلفة الحجم والصلابة مثل التلك والكوارتز ، والتي تعمل على تآكل الطبقة المراد إزالتها عن طريق قوة الدفع والإحتكاك أو استخدام الأجهزة التى تعمل بالموجات فوق الصوتية (U.S) المتحكم فى قوتها وسرعتها والتي تعمل على إضعاف الترابط بين مكونات المواد العالقة وبين سطح الخشب بحيث يسهل إزالتها .

ويمكن استخدام طريقتى التنظيف معا عن طريق تطرية الطبقات العالقة باستخدام الطرق الكيميائية ثم إتمام عمليات الإزالة باستخدام الطرق الميكانيكية . وبوجه عام فإن أسلوب التنظيف المستخدم يحدد حسب حالة الأثر ونوعية المواد العالقة المراد التخلص منها .

ونظرا لأن عمليات التنظيف الرئيسية بتمثال " كاعبر " تتضمن التخلص من الطبقة السطحية البيضاء التى تخفى معالم الخشب وتشوه المظهر العام للتمثال والتي ثبت أنها تتكون بصورة رئيسية من الجبس والتلك ومعادن السليكات ، وبالتالي فهى لا تقبل الذوبان إلا فى محاليل من شأنها أن تعرض الخشب للضرر مثل الأحماض ، ولذا تم استخدام الطرق الميكانيكية البسيطة لفك ترابط هذه الطبقة بسطح الخشب مع مراعاة الحذر الشديد حتى لا تتعرض الطبقة السطحية للخشب أسفلها إلى أى ضرر وقد تم ذلك باستخدام مجموعة مختلفة الأشكال والأحجام والخشونة من الفرش وذلك بصورة تدريجية ، حيث بدأ العمل بالفرش الناعمة ثم المعتدلة ثم المتوسطة الخشونة وقد روعى أن تكون حركة الفرشاة فى اتجاه واحد وهو اتجاه ألياف الخشب مع الضغط بخفة وحرص شديد . ولسرعة أمتصاص الطبقات التى يتم فصلها عن سطح الخشب ومنع إمتصاصها داخل الألياف إستخدمت مضخة التنظيف بالأمصاص (Aspirator Pump) بحيث توجه فوهتها ذات الفتحة الضيقة لموضع العمل مع

مراعاة أن يكون الأمتصاص بشدة منخفضة حتى لا يؤثر على الطبقة السطحية الضعيفة للخشب [صورة رقم (١٧١)] .

وفى حالة الطبقات السميكة الملتصقة التصاقاً شديداً بالسطح فقد تم إزالتها على شكل طبقات رقيقة باستخدام مجموعة مختلفة من الفرر والمشارط ذات الأسلحة الدقيقة الحادة مع مراعاة الاستخدام بخفة وفى اتجاه مائل حتى يقتصر تأثيرها على الطبقة السطحية دون العمق الذى يصل لسطح الخشب وعند الإقتراب من سطح الخشب تم إستكمال التنظيف باستخدام طريقة الفرش السابقة .

وقد أتبع نفس الأسلوب فى التخلص من بقايا فضلات الطيور ومواد الترميم السابق والبقع الصغيرة القائمة [صورة رقم (١٧٢)] ، بينما إستلزم الأمر فى حالة تواجد المادة البيضاء المتماسكة داخل الخطوط الغائرة والشروخ الدقيقة الموجودة بالخشب إستخدام فرر صلب ذات نهاية طويلة أسطوانية مسلوكة وحد دقيق حاد ، لخلخلة تماسك هذه الطبقات بالخشب مع المساعدة على تجزئتها ليسهل التخلص منها باستخدام مضخة التنظيف بالأمتصاص أو فرش صغيرة متوسطة الخشونة ذات سمك قليل .

أما الأجزاء السطحية الضعيفة من الخشب والتي لا تحتل التعرض لأى ضغط فقد تم إرجاء تنظيفها لما بعد المرحلة الثانية من مراحل الترميم والتي تم فيها إجراء عمليات تقوية أولية على هذه الأجزاء حفاظاً عليها من التعرض للإنفصال أثناء عمليات التنظيف . ولسهولة إجراء عمليات التنظيف السابقة مع تأمين سلامة النمثال ، إستلزم الأمر فصل بعض الوحدات المكونة له قبل إجراء هذه العمليات ، مثل الأجزاء المكملة للوجه ، والعصا التي يقبض عليها باليد اليسرى ، والذراعين ، خاصة وأن خطوط إتصال هذه الوحدات بالنمثال ضعيفة وغير ثابتة .

وقد تضمنت عمليات التنظيف أيضاً إزالة طبقات الصدأ الموجودة على الأطار المعدنى المحيط بتطعيم العينين إلا أنه نظراً لإستحالة فصل التطعيم دون الإضرار بالتراكيب الصناعية المستخدمة لتثبيتهم بجانب الضعف الشديد للخشب فى هذه المنطقة بسبب تأثير نواتج الصدأ ، فقد تمت عمليات التنظيف والتطعيم مثبت فى موضعة مما إستلزم فصل الجزء الخشبي الثابت الموجود أعلى العين اليسرى والجزء القابل للفصل أعلى العين اليمنى خاصة وأن عمليات تثبيت هذه الأجزاء تستلزم فصلها لإزالة مواد اللصق القديمة والأتربة المتكلسة عند خطوط الإتصال والتي أدت الى إختلاف مستوى سطح الخشب فى هذه المواضع ، وقد تم تثبيت هذه الأجزاء بعد إنتهاء عمليات التنظيف مباشرة . ولإزالة طبقات الصدأ إستخدمت مشارط ذات اسلحة حادة بنهاية مستقيمة ضيقة وذلك فى الاتجاه المائل حتى تم الوصول الى طبقة الباتنا الأصلية للمعدن . كما تم تنظيف بياض العين بنفس الأسلوب مع إستخدام خليط من الماء المقطر والكحول الايثلى بنسبة ١:١ لتطرية الطبقات الملتصقة بالسطح حتى يسهل إزالتها باستخدام المشرط . أما طبقات شمع البرافين التي إستخدمت فى الترميم السابق لتثبيت قرنية العين اليمنى فقد تم إزالتها باستخدام مشرط من الصلب وفررة ذات نهاية طويلة حادة مع إستخدام قطعة صغيرة من القطن ملفوفة على نهاية ساق خشبية رفيعة ومبللة بثانى كلوريد الإيثيلين لإذابة البقايا الظاهرة ، مما ساعد على إسترجاع شفافية القرنية . وقد روعى أستمرار ملاحظة تطعيم العينين لفترة من الزمن لإزالة أى طبقات تظهر من نواتج الصدأ حتى تم التأكد تماماً من عدم ظهور أى طبقات جديدة فتم عزل الأطار المعدنى باستخدام محلول البارالويد

B72 المذاب فى الأسيتون بتركيز ١٠% [صورة رقم (١٧٣ب)]. كذلك تم إزالة طبقات الشوائب وبقايا مواد اللصق وشمع البرافين الحديث الموجود على سطح العصا التى يقبض عليها "كاعبر" بيده اليسرى بإستخدام نفس الأسلوب المستخدم فى تنظيف تطعيم العينين .

٢- عمليات التقوية والتثبيت :-

انقسمت هذه المرحلة الى قسمين رئيسيين الأول تضمن عمليات التقوية لأجزاء الخشب الضعيفة حيث تم التالى :

- التقوية الأولية لطبقات الخشب السطحية الضعيفة القابلة للانفصال والتي لم تجرى عليها عمليات التنظيف السابقة بسبب قابليتها للسقوط وذلك بإستخدام مادة البكليسول B597 المذابة فى التولوين بتركيز ٥% حيث تم تشرب حواف هذه الأجزاء ومواضع إتصالها بالخشب بإستخدام فرشاة ناعمة مقاس (١) وبعد التأكد من تمام التقوية ، إستكملت عمليات التنظيف السابقة مع مراعاة الحذر الشديد ، ثم أعيد تقوية هذه الأجزاء بنفس الأسلوب السابق
 - تقوية سطح الخشب عند الجزء الداخلى للنقبة بين الساقين وعند اليد اليسرى وحول تطعيم العينين بالتشرب بمحلول البكليسول B597 المذاب فى التراى كلورو ايثلين بتركيز ٥%.
 - تقوية الأسطح الداخلية الهشة للشروخ الطولية العميقة الموجودة بجسم التمثال خاصة بالجانب الأيسر، بالتشرب بمحلول بارالويد B72 المذاب فى كلا من الأسيتون والكحول الأيثلى بنسبة ٦٠ : ٤٠ بالوزن وذلك بتركيز ٥% .
 - تقوية خطوط إتصال جسم التمثال بالأجزاء المستكملة حديثا عند الأقدام بالحقن بإستخدام محلول البارالويد السابق بتركيز ٥% ثم تركيز ١٥% .
 - تقوية طبقات القلاف الضعيفة بالعصا بإستخدام محلول البارالويد السابق بتركيز ٥%.
- أما القسم الثانى فى هذه المرحلة فتضمن أعمال تثبيت الأجزاء التى تم فصلها خلال عمليات التنظيف والأجزاء القابلة للفصل حيث أجريت العمليات التالية:-
- إزالة التكلسات وبقايا مواد اللصق والترميم السابق من فوق أماكن الإتصال بين الجزء المكمل للمنطقة فوق العين اليسرى والوجه ثم إعادة تثبيت هذا الجزء فى موضعه الصحيح عن طريق تشرب مواضع الإتصال التى تم تنظيفها ببارالويد B72 المذاب فى الاسيتون بتركيز ٥% لتقوية سطح الخشب ومنعه من تشرب مادة اللصق حتى نحصل على خطوط إتصال ذات كفاءة عالية وبعد تمام الجفاف تم اللصق بإستخدام المادة السابقة بتركيز ١٥% مع مراعاة ترك مادة اللصق على أسطح الإتصال عدة دقائق حتى تصبح دبقه ، ثم التثبيت مع الضغط الخفيف للتأكد من تماسك أسطح اللحام وعدم وجود أى فراغات [صورة رقم (١٧٤ب)] . وقد إستخدمت نفس الطريقة فى إعادة تثبيت الجزء المنفصل فوق العين اليمنى [صورة رقم (١٧٥ب)] والجزء المكمل للخد الأيسر [صورة رقم (١٧٦ب)] وكذا الجزء الصغير المنفصل أعلى النقر الخاص بخابور تأمين تثبيت لسان الذراع الأيسر بالجسم والجزء الذى يمثل حلمه الصدر الأيسر .

- إعادة تثبيت وتجميع الأجزاء المنفصلة بأعلى الكتف الأيمن عند موضع إتصاله بالذراع [صورة رقم (١٧٧أ)]، حيث تم أولا فصل الجزء ذى الشكل المثلث المكمل لهذا الموضع من الظهر ثم الجزء المكسور القابل للانفصال عند سطح الإتصال فأتضح وجود طبقة

سميكة من الأتربة والرمال المتكلسة ملتصقة بسطحى الاتصال مما سبب اتساع الشروخ فى هذه المنطقة [صورة رقم (١٧٧ب)] ، وقد تم إزالة هذه الطبقات باستخدام فرش معتدلة الخشونة مع استخدام الفرر والمشارط الصلب . وبعد إتمام عمليات الإزالة والتأكد من تطابق خطوط اللحام أعيد تجميع وتثبيت الجزء المفصول والشروخ المتحركة باستخدام البارالويد B72 بتركيز ١٥% فى الأستيون مع الضغط المستمر لمنع خطوط اللحام من الحركة أثناء التماسك عن طريق الربط بالقمط المعدنية ذات الحجم المناسب مع وضع قطع صغيرة من الخشب والاسفنج عند مواضع ضغط القمط حتى لا يؤثر الضغط على سطح خشب التمثال، وقد روعى أثناء هذه العمليات تثبيت خابور تأمين لسان الذراع بالجسم فى موضعة حتى لا يتعرض النقر الخاص به والذي يمر بسطحى الاتصال الى تغير فى الأبعاد بسبب الضغط المستخدم فى عمليات التجميع مع تحريك الخابور منعاً لتعرضة للإلتصاق [صورة رقم (١٧٧ج)].

• تثبيت الجزء ذو الشكل المثلث المكمل لأعلى الجانب الأيمن للظهر والذي تم فصله فى العملية السابقة ، حيث تم أولاً التخلص من تجمعات بقايا اللصق القديم من فوق أسطح الاتصال والتي سببت إختلاف مستوى سطح الخشب فى هذا الموضع [صورة رقم (١٧٨ب)]، ثم تم تدعيم الشروخ الموجودة بسطح الاتصال بالكتف خاصة التى تمثل خط اتصال الجزء الذى تم تجميعه فى العملية السابقة وذلك باستخدام معجون مكون من الميكروبالون الزجاجى والبارالويد B72 بتركيز ١٥% فى الأستيون مع إضافة أكسيد لون يتقارب مع لون خشب التمثال ، مع مراعاة التخلص من أى زيادات تمنع تطابق الأسطح وبعد التأكد من تمام التطابق أجريت عمليات التجميع باستخدام بارالويد B72 بتركيز ١٥% ، وقد روعى أثناء هذه العمليات تثبيت خابور تأمين لسان الذراع بالجسم داخل النقر الخاص به إذ أنه يمر بسطحى الاتصال [صورة رقم (١٧٨ج)] .

• تجميع الجزئين المكونين للعقدة المنفصلة الموجودة أعلى اليد اليمنى للتمثال باستخدام بارالويد B72 المذاب فى الأستيون بتركيز ١٥% ونظراً لوجود فراغ كبير بين العقدة وموضع تثبيتها بالذراع فقد تمت عمليات التثبيت وأستكمال الفراغ فى مرحلة واحدة باستخدام خليط الميكروبالون والبارالويد B72 بتركيز ١٥% مع إضافة أكسيد لون مناسب للون خشب التمثال [صورة رقم (١٧٩أ-ب)].

• لمنع حركة العصا التى يقبض عليها " كاعبر " باليد اليسرى على قاعدة التمثال الحديثة بما يتطابق مع أسلوب الصناعة القديم ، تم تشكيل جزء دائرى غائر فى موضع إرتكاز العصا على القاعدة ، وبقطر يسمح بإرتكاز النهاية السفلى للعصا بداخله مما أدى الى منع حركتها [صورة رقم (١٨٠)].

٣- عمليات التدعيم :-

تم فى هذه المرحلة إجراء عمليات التقوية التدعيمية للأجزاء والمناطق التى تمثل نقاط ضعف تؤثر على بيئة التمثال حيث تم العمل على النحو التالى :-

• تدعيم الشروخ الطولية العميقة التى توجد بطول التمثال خاصة على جانبي الظهر وبالذراعين ، والشرخ العميق المتصل الذى يمر بطيه النقبة محيطاً بجسم التمثال بحيث ينتهى حول البطن ، وكذا الشروخ الدقيقة التى تتغلغل فى الخشب فى الاتجاه العرضى معرضة طبقة السطح للانفصال ، وذلك باستخدام خليط الميكروبالون الزجاجى والبارالويد

B72 المذاب فى الأستيون بتركيز ١٥% كوسيط لاصق مع إضافة أكسيد لون متقارب مع لون الخشب . وللحصول على أفضل نتيجة روعى عند التطبيق اتباع الخطوات التالية :

* تشرب أسطح الأجزاء المراد إستكمالها بمحلول بارالويد B72 المذاب فى التلوين والأستيون بنسبة ٦٠:٤٠ بالوزن وذلك بتركيز ٥% ، لتقوية سطح الخشب فى هذه المواضع ومنع تشربه للوسيط المستخدم مع الميكروبالون حتى لا يسبب ضعف الأجزاء المستكملة .

* أعداد الخليط بحيث يكون معتدل السيولة إذ أن السيولة الزائدة تؤدى الى هبوط سطح الجزء المضاف بسبب قلة المادة المائلة ، بينما السيولة المنخفضة تسبب قلة المادة اللاصقة مما يؤثر على صلابة الخليط خاصة فى المناطق الداخلية ، بجانب صعوبة التطبيق .

* تم التطبيق على مراحل على هيئة طبقات معتدلة السمك بحيث تطبق كل طبقة بعد جفاف الطبقة التى تسبقها إذا أن التطبيق على مرحلة واحدة يؤدى الى تصلب طبقة السطح قبل الأجزاء الداخلية . وقد روعى تحضير كمية الخليط المطلوبة لكل مرحلة قبل الإستخدام مباشرة إذ أن خليط الميكروبالون سريع التماسك .

* لملاء وتدعيم الفراغات العميقة الضيقة تم زيادة سيولة الخليط بإضافة كمية معتدلة من الأستيون إذ أنه سريع التطاير كما أنه لا يؤثر على نسبة وجود الوسيط اللاصق . وقد تم تطبيق خليط الميكروبالون بإستخدام نوعيات مختلفة الأشكال والأحجام من الفرر الصلب خاصة ذات النهاية المسلوكة التى تنتهى بجزء كروى صغير يساعد على دفع الخليط داخل الشروخ الدقيقة . وبعد تمام جفاف وتصلب الأجزاء المضافة شكلت وصقلت الأسطح بحيث تنخفض عن سطح الخشب بما لا يقل عن ٢ مم ، وذلك بإستخدام شرط ذى سلاح حاد وصنفرة دوكو ناعمة [صور رقم (١٨١-١٨٢)] .

● تدعيم فراغات الشروخ والأجزاء المفقودة التى توجد عند خطوط إتصال الوحدات الخشبية والأجزاء المنفصلة التى تم تثبيتها فى المراحل السابقة خاصة فى الوجهة والجانب الأيمن للظهر وذلك بإستخدام نفس الخليط السابق مما أدى الى زيادة تثبيتها فى موضعها وقدر روعى فى هذه المواضع ملئ الأجزاء الداخلية فقط حتى لا تؤثر على المظهر العام للتمثال إذ أن الغرض الأساسى من هذه العمليات هو التدعيم وليس التجميل .

● تدعيم أصابع قبضة اليد اليسرى عن طريق ملئ الأجزاء الناقصة التى يؤثر وجودها على تماسك القبضة خاصة مع مرور العصا بوسطها . بجانب تدعيم الشروخ الدقيقة العميقة التى تتغلغل فى سطح الخشب مسببة فصل طبقات من السطح وشبه انفصال أجزاء من الأصابع . وقد تمت اهذه العمليات بإستخدام الخليط السابق مع زيادة نسبة المادة اللاصقة لزيادة قوة تماسك الخليط ، وبعد إتمام عمليات الملئ وتشكيل الأجزاء المضافة بما يتفق مع المظهر العام لقبضة اليد ، تم التلوين بإستخدام ألوان الأكريلك [صور رقم (١٨٣أ-ب)] .

● تدعيم خط إتصال الذراع الأيسر بالصدر عن طريق عمل بديل للجزء المفقود من هذا الموضع من قطعة مناسبة من خشب البلسا تم تثبيتها بإستخدام خليط الميكروبالون السابق بعد تقوية خطوط الإتصال بمحلول البارالويد بتركيز ٥% ، وبعد تمام التماسك إستكمل تشكيلها بما يتفق مع المظهر العام لهذا الموضع بإستخدام مشط حاد مع إتمام التشكيل والصقل بإستخدام صنفرة دوكو ثم التلوين بلون يتقارب مع لون خشب التمثال .

٤ - علاج مظاهر التدهور بالتراكيب الصناعية المستخدمة لتجميع الأذرع:-

نتيجة لإجراء عمليات ترميم سابق بالتمثال تم فيها تجميع أجزاء الذراع الأيسر بأسلوب خاطئ أدى إلى تغير وتشوه موضع الإتصال مع إختلاف مواضع تثبيت بعض الأجزاء المكونة له . مما إستلزم ضرورة فصل هذه الأجزاء ثم إعادة تجميعها في مواضعها الأصلية وقد تمت هذه العمليات طبقاً للخطوات التالية:

- فصل العضد عن الساعد عن طريق أخراج خابور تأمين تثبيت لسان الساعد بالعضد من موضعه [صورة رقم (١٨٤)].
- فصل الأجزاء الخشبية التي تثبت في الترميم السابق عند خط الإتصال بتطرية مادة الفينافيل المستخدمة في اللصق بالتندية بالأسيتون ثم إزالة الطبقات التي تم تطريتها بإستخدام مشرط ذي سلاح مستقيم حاد ، وقد أستمرت هذه العمليات حتى تم إزالة معظم المادة اللاصقة وأمكن فصل هذه الأجزاء ، ثم إستكملت عمليات الإزالة بعد الفصل حتى تم التخلص من كل آثار مواد اللصق القديم.
- بدراسة أسطح الأجزاء التي تم فصلها وأسطح مواضع الإتصال بالعضد مع الرجوع للتسجيلات القديمة للتمثال أمكن تحديد المواضع الأصلية لهذه الأجزاء حيث أتضح أن الموضع الصحيح للجزء الذي ثبت سابقاً بالجانب الخارجى لخط الإتصال خاص بالجانب الداخلى للذراع [صورة رقم (١٨٥)]، كما أن الأجزاء المجموعة بشكل متكامل بارز أسفل الجانب الداخلى لخط الإتصال ، جزء منها يخص الفراغ الداخلى بنفس الموضع وجزء آخر يكمل جزءاً من الفراغ الموجود أسفل النقر ، حيث تطابقت خطوط اللحام واسطح الإتصال بصورة كاملة معطية الشكل الصحيح لهذا الموضع .
- نظراً لوجود العديد من الأجزاء الناقصة عند خطوط تجميع الأجزاء المنفصلة مما أدى إلى إستحالة التجميع بدون عمل بديل لهذه الأجزاء تم إجراء عمليات اللصق والإستعاضة فى مرحلة واحدة ، حيث إستخدم فى عمليات اللصق البارالويد B72 الذائب فى الأسيتون بتركيز ٥% لتقوية خطوط اللحام ثم ١٥% لأتمام اللصق . وإستخدم لملء المناطق الناقصة خاصة الفراغات غير المنتظمة خليط الميكروبالون المستخدم فى عمليات التدعيم السابقة بعد تقوية أسطح اللحام بالتشرب بمحلول بارالويد B72 بتركيز ٥% ، وقد تم التطبيق على طبقات وبعد تمام الجفاف أستكمل تشكيل الأسطح الخارجية بما يتفق مع الشكل العام للعضد . أما الجزء الناقص عند موضع إتصال العضد بالساعد من الخارج فنظراً لكبر مساحته مع مرور ثقب تثبيت خابور تأمين لسان الساعد خلاله بجانب وجودة فى موضع يجعله عرضة للإحتكاك إستخدمت قطعة من خشب البلسا لتشكيل الجزء البديل . وإمكانية تشكيل الخشب بحيث يتطابق مع سطح الإتصال غير المنتظم وبدون تعريض خشب الذراع لأى ضغوط ، تم عمل طبعة لهذا الموضع أولاً بإستخدام عجينة الورق الجاهزة ، حيث بضغط العجينة الطرية على سطح الإتصال أخذت نفس الشكل المطلوب ثم تم تشكيل أسطحها الخارجية بما يتطابق مع الشكل العام للعضد ، مع مراعاة تشكيل الثقب النافذ الخاص بخابور تأمين التثبيت بحيث يتطابق تماماً فى الاتجاه مع ثقب اللسان والجانب الداخلى للعضد . وقبل الجفاف التام لعجينة الورق تم تركيب الساعد فى موضعة مع العضد للتأكد من أن الجزء المشكل مناسباً من حيث الشكل والأبعاد وموضع ثقب خابور تأمين التثبيت . وبعد تمام الجفاف تم فصل هذا الجزء وإستخدامة كنموذج شكلت على أساسه قطعة خشب البلسا المختارة بحيث تتطابق معه تماماً وذلك بإستخدام أدوات حادة .

• بإنهاء تشكيل قطعة الخشب تم مطابقتها بموضع تثبيتها بالعضد للتأكد من تطابق خطوط اللحام ، وقد استلزم الأمر ضبط بعض المواضع باستخدام مشرط حاد ثم ثبتت في موضعها باستخدام خليط الميكروبالون والبارالويد السابق مع زيادة كمية محلول البارالويد للحصول على خليط عالي السيولة ذو قوى الالتصاق عالية يملأ الفراغات التي قد توجد بين خطوط اللحام مما ساعد على زيادة التماسك .

• بأكمل مراحل التجميع والإستعاضة عن الأجزاء المفقودة، بدأت عمليات التشطيب النهائي للأجزاء المضافة حيث إستخدمت صنفرة دوكو ناعمة للحصول على سطح مصقول مناسب للتلوين الذي تم باستخدام ألوان الأكريليك بصورة مباشرة على سطح الأجزاء المشكلة من خليط الميكروبالون أما في حالة الجزء المشكل من خشب البلسا فللحصول على سطح مناسب للتلوين تم لصق طبقة من الورق الياباني على سطح الخشب باستخدام مثيل السيلولوز المذاب في الماء بتركيز ١% ، ثم لون بعد تمام الجفاف [صورة رقم (١٨٧)-ب].

• لزيادة تثبيت اللسان الممتد من الساعد بالنقر الخاص به بالعضد تم تشكيل بديلاً للخوابير الخشبية الخاصة بهذا الموضع والتي أدى فقدانها الى نقص عرض اللسان عن النقر وذلك باستخدام خشب الذان الصلب ، حيث شكل خابوران مستطيلان ثبتا أعلى وأسفل اللسان مما نتج عنه زيادة العرض وبالتالي أحكام التثبيت داخل النقر .

• لأكمل عمليات تجميع جزئى الذراع معا تم تشكيل بديلاً لخابور تأمين لسان الساعد المشكل في الترميم السابق والذي لا يتناسب مع شكل ومقاسات الثقوب الخاصة بمرورة . وقد شكل الخابور من قطعة مربعة القطاع من خشب الذان الصلب مع مراعاة تدرج مقاسات القطاع الذي يبلغ أكبر مساحة عند الثقب الخارجى وأقل مساحة عند الثقب الداخلى حيث ثبت بأحكام داخل الفراغ الخاص بمرورة ليمنع حركة خط الاتصال وبذلك تم تجميع جزئى الذراع الأيسر معا بنفس الأسلوب الذى إستخدمه الصانع القديم [صور رقم (١٨٨أ-ب)] .

• لإحكام إتصال الذراع الأيسر بالكتف والتخلص من الفراغ الموجود بينهم بدون إستخدام مادة لاصقة بما يتطابق مع أسلوب الصناعة القديم ، تم تشكيل خابوران مسلوبى القطاع من خشب البلسا القابل للضغط وذلك بسمك أكبر ٢مم عن السمك المطلوب ، كبديل عن الخوابير الأصلية التى فقدت ولم يتم إحلالها فى الترميم السابق ، ثم ثبتا أعلى وأسفل اللسان الواصل بين الذراع والكتف ، وبإدخال اللسان والخوابير داخل نقر الكتف تعرض خشب البلسا المرن للأنضغاط مما أحكم الاتصال. تلى ذلك إمرار خابور تأمين التثبيت بالثقب النافذ بالكتف من الأمام ماراً بثقب اللسان المثبت داخل نقر الكتف فالثقب النافذ بالكتف من الخلف وتمت بذلك عمليات تجميع الذراع الأيسر مع جسم التمثال بصورة محكمة أدت لثباته مع إختفاء الفراغ السابق الذى تنتج عن عدم أحكام وحدات التركيب الصناعية المستخدمة.

أما فى حالة الذراع الأيمن ، فمثل الذراع الأيسر تسبب عدم أحكام تثبيت الأجزاء المكونة للتركيب المستخدمة لتثبيت الجسم الى سقوطه عن موضعة مسببا حدوث فراغ بينة وبين موضع تثبيت التمثال ، وللقضاء على هذا الفراغ وأحكام التثبيت أتبع نفس الخطوات السابقة التى إستخدمت لأحكام تثبيت الذراع الأيسر ، هذا بجانب أستبدال وضع خابور تأمين التثبيت الذى ثبت فى الترميم السابق فى وضع عكسى أدى الى سهولة حركة داخل الفراغ الخاص به ، وبذا تم تجميع زراعى التمثال بالجسم بصورة محكمة وباستخدام نفس أسلوب

الصناعة الأصلية الذى أتتبعه الصانع المصرى القديم . وبأنتهاء هذه المراحل أنتهت جميع عمليات ترميم التمثال [صور رقم (١٨٩-١٩٠-١٩١-١٩٢-١٩٣)] .

(ب) : مراحل ترميم تمثال " الشاب " (٣٢ كـتالوج)

١ - عمليات التنظيف :-

لإزالة العوالق والمواد المتكلسة مثل بقع الطلاء الحديثة طبقت طرق التنظيف الميكانيكى بإستخدام المشارط ذات السلاح الدقيق الحاد والفرر ذات النهايات الحادة المدببة وفرش القلم الخشنة . أما الطبقة المعتمدة الرقيقة التى تغطى سطح الخشب فقد أثبتت التجارب قابليتها للأذابة فى خليط من الماء المقطر والكحول الإيثيلى بنسبة ١:١ وقد تم التطبيق بإستخدام قطع صغيرة من القطن الطبي الماص ، ملفوفة داخل قطع مناسبة من الشاش الأبيض لمنع تماسك القطن بألياف الخشب ، مع تشكيلها بشكل شبه كروى يسمح بتناولها من أحد أطرافها ، حيث تم تشربها بالمحلول المستخدم بصورة معتدلة ثم إستخدامها بالضغط الخفيف على سطح الخشب بصورة متتابعة منتظمة مع مراعاة تجنب الحك [صور رقم (١٩٤)] . وقد أتتبع هذه الطريقة فى تنظيف سطح خشب التمثال بصورة عامة بما يتضمن تسيلات مادة الغراء الحديثة التى إستخدمت فى الترميم السابق ، فيما عدا الأجزاء الملونة خاصة بالصدرية نظرا لضعف تماسك طبقات الألوان مما أستلزم أرجائها للمرحلة الثانية من مراحل الترميم حتى يتم تقويتها أولا . كما تم التخلص من تجمعات البقايا الطينية التى تملأ جزءاً من الفراغات الناتجة عن التآكل الحشرى بإستخدام الفرر الرفيعة لفك ترابطها ثم مضخة التنظيف بالامتصاص ذات الفوهة الطويلة الرفيعة لإمتصاص الحبيبات المفككة من داخل الفراغات المتغلغلة فى عمق الخشب . أما تطعيم العينين والأطوار المعدنى المحيط بهما فقد أستخدم لتنظيفها نفس السلوب الذى أتبع لتنظيف وعزل تطعيم أعين التمثال " كاعبر " .

٢ - عمليات التقوية :

تم فى هذه المرحلة تقوية بقايا طبقات المعجون والألوان خاصة فى المنطقة المحيطة بتطعيم العينين والشعر المستعار والصدرية ، بتشرب الشروخ والحواف بمحلول البارالويد B72 المذاب فى خليط من التولوين والأسيتون بنسبة ٦٠:٤٠ بالوزن بتركيز ٢% ، وبعد الجفاف التام إستكملت عمليات التنظيف التى لم تتم فى المرحلة السابقة ، حيث إستخدم لتنظيف طبقة الزخرفة محلول الماء المقطر والكحول الإيثيلى السابق لتطرية طبقة الشوائب المتكلسة على السطح ثم إزالتها بإستخدام مشرط دقيق حاد مع مراعاة الحذر الشديد حتى لا تتعرض هذه الطبقة للانفصال . وقد تمت هذه العمليات تحت عدسات الأستريوميكروسكوب عند تكبير X٤٠ ، وبأنتهاء عمليات التنظيف بالقدر الذى لا يعرض هذه الطبقة لأى تدهور تم تكرار عمليات التقوية السابقة مع التركيز على المعجون واللون الأسود بالشعر المستعار والمعجون البنى المحمر حول تطعيم العين اليسرى حتى لا يتأثرا بعمليات أستبدال حواف الشرخ الموجود أعلى تطعيم العين وذلك بإستخدام نفس المحلول السابق بتركيز ٥% .

٣- علاج مظاهر التلف بالجانب الأيسر للرأس :-

تعتبر هذه المرحلة أكثر مراحل العلاج تعقيدا ، إذ أنها تضمنت تطبيق أكثر من عملية ترميم فى نفس الوقت ويرجع ذلك الى الحالة المتميزة المتشعبة لهذا الجانب من الوجه ، والتي بناءاً عليها تم تقسيم عمليات العلاج الى المراحل التالية:-

أولاً:

إستبدال وتقريب الشرخ المتسع العميق الممتد من أعلى تطعيم العين والذي كان متواجداً بخشب التمثال قبل تشكيلة ، حتى يمكن إعادة تطبيق الجزء المنفصل من سطح الخشب أعلى الركن الخارجى لتطعيم العين الى أقرب ما يكون لموضعه الأصلي وبالتالي أمكن التخلص من التشوه الموجود فى هذا الموضع ، وقد تم ذلك طبقاً للخطوات التالية:

• فصل الأجزاء المضافة الخاصة بفراغ الجانب الأيسر للوجه وبأعلى يسار الشرخ حتى لا تتسبب فى إعاقة عمليات الإستبدال نظراً لتحركها عن موضعها مما أدى الى شغلها فراغاً أكبر عن مساحتها الأصلية مما ساعد على زيادة إتساع الشروخ [صورة رقم (١٩٥)].

• رفع المحتوى الرطوبى للخشب فى المنطقة المحيطة بحافتي الشرخ لزيادة قابليته للانحناء والحركة حتى يمكن تعريضة للضغط بدون تعرض الخشب للكسر . وقد تم ذلك عن طريق تشرب الأسطح الداخلية للشرخ بمحلول مكون من ماء مقطر وكحول إيثيل بنسبة ١:٢ ، ويرجع إستخدام الكحول لزيادة نفاذية الماء بالخشب بجانب تأثيره كمطهر ، مع إضافة قطرات من مبيد فطرى (الثايمول) لمنع تواجد أى نمو فطرى أثناء هذه العمليات . وللتحكم فى عمليات البخر تم تغطية رأس التمثال بما يشبه الخيمة من البولى إيثيلين السميك بحيث يشتمل فراغها على أناء يحتوى على ماء ومبيد فطرى ، بجانب جهاز ثرموهيجروميتر لملاحظة تغيرات الرطوبة فى الفراغ المحيط .

• أستمريت عمليات التشرب بمعدل بطئ متدرج مدة شهر ثم بدأ تعريض جانبي الشرخ للضغط ، ونظراً لصعوبة إن لم يكن إستحالة عمل قالب مناسب لشكل الرأس يمكن إستخدامة لتوقيع الضغط على الشرخ بصورة منتظمة بسبب موضع وشكل الشرخ بالنسبة للرأس ، لذا تم توقيع الضغط بواسطة الربط بدوبار من القطن الطرى المتين . ولتدرج زيادة الضغط إستخدم عدد من السيقان الخشبية الأسطوانية ذات الأقطار المتدرجة والتي تمر خلال الدوبار المربوط حول الرأس بحيث عند لف الدوبار حولها يزداد الضغط الواقع على حافتي الشرخ . وقد تم إستخدام هذه السيقان فى أكثر من موضع بحيث يقع الضغط بصورة أعلى على الجانب الأيسر للشرخ إذ أنه هو الجانب المتحرك المراد إستعدالة . وقد روعى خلال هذه العمليات التناسب الطردى البطئ المتدرج بين زيادة الضغط مع زيادة رفع المحتوى الرطوبى للخشب حتى لا يتعرض الخشب لأى ضرر [صورة رقم (١٩٥)].

• أستمريت هذه العمليات مدة ثلاثة أشهر تم خلالها تقليل إتساع الشرخ الى أقرب حد ممكن مما أدى الى إستقرار الحافة المنفصلة فوق تطعيم العين فى موضعها وبالتالي تطابق مستوى سطح الخشب عند حافتي الشرخ .

• بتحقيق النتيجة السابقة بدأت عمليات تخفيض المحتوى الرطوبى للخشب بصورة تدريجية بطيئة وهو مازال تحت تأثير الضغط ، بالتقليل التدريجى للتشرب بالمحلول حتى أستقر الخشب نتيجة تعادل المحتوى الرطوبى داخلة مع نسبة الرطوبة فى الجو المحيط . وقد أستغرقت هذه العملية شهرين.

● بنهاية هذه العمليات بدأ تشرب الخشب بسطحى الشرخ من الداخل بمحلول البارالويد السابق بتركيز ٢% ثم ٥% وهو ما زال تحت تأثير الضغط وذلك على مراحل حتى تشرب الخشب تماما ثم ترك ليستقر لمدة شهر .

● بعد تمام إستقرار الشرخ ، بدأت مباشرة عمليات تدعيم وملئ الفراغ المتبقى لمنعه من الحركة ، حيث إستخدم خليط الميكروبالون المستخدم فى عمليات التدعيم السابقة مع زيادة تركيز البارالويد الى ٢٥% لزيادة قوة إلتصاق الخليط بالخشب. وقد أجرى جزء من هذه المرحلة والخشب مازال تحت تأثير الضغط ثم إستكمل بعد إزالة الضغط الواقع عليه .

● تم تشكيل الأجزاء المضافة بعد تمام الجفاف بحيث تتناسب مع الشكل العام لتجاعيد الشعر المستعار والجبهة مع التلوين بلون مناسب بإستخدام ألوان الأكريلك .

ثانياً :

إعادة تثبيت الأجزاء الخشبية الصغيرة التى تم فصلها من الفراغ الموجود أعلى يسار الشرخ السابق حيث تم التالى :

- إزالة بقايا الغراء القديم المستخدم فى الترميم السابق بإستخدام مشرط حاد .
- التأكد من تطابق خطوط اللحام .
- تثبيت الأجزاء المنفصلة بإستخدام بارالويد B72 تركيز ١٥% فى الأستيون .
- إستكمال الفراغ المتبقى لتدعيم تثبيت الأجزاء فى موضعها والمساعدة على منع حركة الشرخ وذلك بإستخدام خليط الميكروبالون السابق.
- تشكيل سطح الأجزاء المستكملة بعد تمام الجفاف بما يتماشى مع المظهر العام للشعر المستعار ثم التلوين بإستخدام ألوان الأكريلك .

ثالثاً :

أعادة تثبيت الجزء المكمل للفراغ العميق المتسع غير المنتظم الموجود بالجانب الأيسر للوجه والشعر المستعار وذلك بأتباع الخطوات التالية :

- التخلص من بقايا مادة الغراء المستخدمة فى الترميم السابق من على الأسطح الداخلية للفراغ والجزء المكمل له وكذلك بقايا المواد الطينية المتكلسة بإستخدام الطرق الميكانيكية السابقة.
- تشرب الأسطح الداخلية للفراغ والجزء المضاف بإستخدام محلول البارالويد ٥% .
- تركيب الجزء المضاف فى موضعة لتحديد مقدار الفرق بين حجمه وحجم الفراغ ، ثم إستكمال الفراغ الزائد أسفل الجزء المضاف بإستخدام خليط الميكروبالون ومسحوق الخشب الناعم المتجانس الخالى من الشوائب بنسبة ١:٢ بالوزن مضافا اليه محلول البارالويد B72 تركيزه ١٥% فى الأستيون وذلك على طبقات.
- بتمام جفاف الجزء المستكمل من الفراغ تم تثبيت الجزء المضاف فى موضعه بإستخدام بارالويد B72 تركيز ١٥% مع ملئ الفراغات حوله بإستخدام الخليط السابق . ونظرا للعمق الكبير لفراغ التثبيت بجانب إتساعة مع وجود فرق كبير بين مساحته ومساحة الجزء المضاف تم أتمام العمليات السابقة على مرحلتين للتأكد من تثبيت الجزء المكمل فى موضعة الصحيح الذى يتفق مع الشكل العام للوجه مع إعطاء الخليط المستخدم الوقت اللازم للجفاف التام .

- بتمام جفاف الأجزاء المضافة تم تشكيل سطحها بما يتفق مع تفاصيل تجاعيد الشعر المستعار مع التلوين باستخدام ألوان الأكريلك ، وبذا تم إستبدال وتثبيت وتدعيم الشروخ والأجزاء المكونة لهذا الجانب من وجه التمثال [صور رقم (١٩٦ أ-ب)]

٤- عمليات التدعيم :-

تم فى هذه العمليات تدعيم الشروخ التى تواجدت فى كتلة خشب التمثال قبل تشكيلها والتى تعرضت للأنساع مثل الشرخ الطولى بالظهر وبالجانب الأيمن للوجه ، وكذلك الفراغات العميقة الناتجة عن التآكل الحشرى خاصة فى القطاع المنشور والتى أثرت على بنيه التمثال . حيث إستخدام خليط الميكروبالون السابق بنفس الأسلوب الذى إستخدم فى عمليات تدعيم وإستكمال تمثال " كاعبر " وذلك فى حالة الشروخ الدقيقة والفراغات المعتدلة ، أما فى حالة الفراغات العميقة المتسعة التى تتغلغل فى عمق كتلة التمثال فقد إستخدم للمساعدة على ملئها مع تقليل كمية الميكروبالون المستخدمة ، مكعبات صغيرة من خشب البلسا (٠,٤ سم) مع زيادة سيولة خليط الميكروبالون بإضافة قليل من الأستيون ، وقد تم التطبيق بصب كمية من الميكروبالون داخل الشرخ ثم إضافة كمية من مكعبات خشب البلسا مع الضغط بساق طويلة من المعدن ذات نهاية مدببة برأس كروية ليتم تداخل مكعبات الخشب بالميكروبالون ثم تركت لتجف ، وقد تم تكرار هذه العملية عدة مرات أختلفت حسب عمق وأنساع الفراغات المراد إستكمالها. وبإنتهاء عمليات الإستكمال تم تشكيل سطح الأجزاء المستكملة بما يتفق مع الشكل العام للتمثال ثم التلوين بلون مناسب باستخدام ألوان الأكريلك [صورة رقم (١٩٧)].

أما فى حالة الجزء الخشبى المفقود عند خط إتصال الذراع الأيسر بالكتف فقد تم إحلاله بقطعة من خشب البلسا بنفس المقاس والشكل العام ، ثبتت فى موضعها بعد إزالة بقايا مادة اللصق السابقة ، باستخدام بارالويد B72 تركيز ١٥% مع إضافة قليل من الميكروبالون لملئ أى فراغات قد توجد بين خطوط اللحام ، وبعد تمام التماسك إستكملت عمليات التشكيل والصلق بما يشمل لصق طبقة من الورق اليابانى على سطح خشب البلسا باستخدام ميثيل السليولوز الذائب فى الماء بتركيز ١% ثم التلوين بلون مناسب للون الخشب باستخدام ألوان الأكريلك [صور رقم (١٩٨ أ-ب)].

٥- تثبيت الأذرع بالجسم :-

نظرا لضعف تثبيت الذراع الأيمن بجسم التمثال بسبب تفتت خابور تأمين تثبيت اللسان الخاص به بالكتف ، مما أدى الى وجود فراغ عند خط الإتصال تسبب فى سقوط الذراع عن موضعه ، لذا فإن عمليات إعادة التثبيت أستلزمت أتباع الخطوات التالية :-

- فصل الذراع عن موضعه بالكتف وذلك بإخراج خابور تأمين اللسان من داخل مجرى التثبيت ، وقد مثلت هذه العملية صعوبة بسبب ضعف وتفتت الخابور الى أكثر من جزء بجانب تثبيته باستخدام الغراء فى ترميم سابق مما أدى الى تماسك الأجزاء المفتتة داخل النقب ، لذا إستلزم الأمر الحقن باستخدام محلول ساخن من الماء المقطر والكحول الأثيلي بنسبة ١:١ وذلك بمقدار معتدل يسمح بتطرية الغراء بدون تشرب الخشب فى المناطق المحيطة. ومع إستخدام الأدوات الدقيقة أمكن إخراج الخابور من ثقب التثبيت ثم إستكمل إزالة بقايا الغراء من داخل الثقب.

• بإزالة خابور تأمين التثبيت أمكن فصل الذراع حيث أتضح فقدان الخوابير الخاصة بإحكام تثبيت اللسان بالنقر الخاص به مما نتج عنه قلة عرض اللسان عن النقر . ونظرا لكبر حجم هذه الخوابير مع الصلابة العالية لخشب التمثال تم تشكيل الخابورين من خشب الزان الصلب ، ثم ثبتا أعلى وأسفل اللسان صورة رقم (١٩٩-أ)

• بما أن خابور تأمين تثبيت لسان الوصل الذي تم أخراجه من موضعه أصبح غير صالح للإستخدام بسبب ضعفة وإنفصاله الى أكثر من جزء ، لذا تم إحلاله بتشكيل خابور جديد من خشب الزان بنفس مقاسات الخابور الأصلي بحيث يمر من ثقب التثبيت بالكثف واللسان ليستقر بثقب الجانب الداخلي للنقر وذلك بصورة محكمة تمنع سقوط الذراع من موضعة . وقد تم تثبيت الخابور في موضعة قبل قطعة الى الطول المطلوب مع دفعة داخل الثقب لأحكام تداخله [صورة رقم (١٩٩-ب)]، وبعد التأكد من أحكام التثبيت تم قطع الجزء الزائد من الخابور ثم تلوين الخشب بلون يتناسب مع لون خشب التمثال [صورة رقم (١٩٩-ج)].

• لزيادة تدعيم خطوط إتصال كلا من الذراعين بالكثفين تم ملئ الأجزاء الناقصة عند أسطح الإتصال بإستخدام خليط الميكروبالون السابق مع إضافة لون مناسب ومراعاة زيادة سيولة الخليط حتى يملئ جميع الفراغات بين سطحي الإتصال ثم تم الربط بإستخدام دوبرار من القطن المتين.

• بجفاف الأجزاء المستكملة تم فك الدوبرار ثم إزالة زيادات مادة الاستكمال وبذا تم تدعيم تثبيت الأذرع بالجسم .

• بانتهاء هذه العمليات تم علاج جميع مظاهر التلف بالتمثال وأصبح معدا للعرض [صور رقم (٢٠٠-٢٠١-٢٠٢)] .

(ج) : مراحل ترميم تمثال السيدة التي يطلق عليها " زوجة شيخ البلد " (٣٣ كتالوج)

١ - عمليات التنظيف :-

تتضمن هذه المرحلة أهم العمليات التي أجريت على التمثال والتي تضمنت إزالة طبقة المادة البيضاء المعتمدة المكونة من كوارتز و كاولينيت و تلك وجبس والنااتجة عن عمل قالب سابق على التمثال مما أدى الى طمس الزخارف والتفاصيل كما في حالة تمثال " كاعبر " .

وللتخلص من هذه الطبقة تم تطبيق نفس الأسلوب الذي إستخدم في عمليات تنظيف تمثال " كاعبر " إلا أن الأمر تطلب المزيد من الحذر بسبب الألوان الموجودة على الشعر المستعار والصدريّة وشريط العنق ، حيث إستخدم بجانب قرش القلم الخشنة والمشارط الدقيقة الحادة ، قطع صغيرة من لبابة العيش تم تشكيلها على شكل كريبات صغيرة ذات لزوجة محدودة والتي بأمرارها برفق فوق سطح الخشب مع الضغط الخفيف بأطراف الأصابع، يلتصق بها دقائق المادة البيضاء التي تم خلخلتها من قبل بإستخدام الفرش والأدوات الدقيقة وذلك دون الأضرار بالألوان ، كما إستخدمت أيضا بودرة الممحاة بنفس السلوب . وقد أستلزمت هذه العمليات مراعاة الدقة والحرص والتأني حتى لا تتعرض الألوان أو سطح الخشب لأي ضرر [صور رقم (٢٠٣-أ-ب-ج)] .

أما في حالة المادة البيضاء المتجمعة داخل الخطوط الدقيقة الناتجة عن استخدام أداة حادة لفصل أجزاء القالب ، فقد تم إزالتها باستخدام فرر صلب ذات نهايات طويلة مدببة عملت على تفتيتها ثم فصلها على هيئة أجزاء أمتصت بواسطة مضخة التنظيف بالامتصاص .

٢ - عمليات التقوية:

أجريت عمليات التقوية لطبقات المعجون والألوان بكلا من الصدرية وشريط العنق باستخدام محلول البارالويد B72 تركيز ٢% في كلا من التلوين والأستيون بنسبة ٤٠:٦٠ بالوزن ، إذ أن المطلوب الحصول على تقوية خفيفة لحماية هذه الطبقات ، أما في حالة بقايا اللون الأسود بالشعر فللحصول على المزيد من التقوية نظرا لسمك الأجزاء المتبقية وسهولة انفصالها تم استخدام نفس المحلول بتركيز ٥%.

٣ - عمليات التدعيم :-

أجريت في هذه المرحلة العمليات التالية :

- عمل بديل للجزء المفقود من محيط خط القطع بالظهر والذي نظرا لعمق وعدم انتظام أسطحه تم أحلاله باستخدام عجينة الورق السابقة وذلك بقوام متوسط الليونة ، حيث بضغطها داخل الفراغ المراد استكمال أخذت الشكل غير المنتظم للفراغ ، ثم تركت لعدة ساعات قبل فصلها حتى يزداد تماسكها . وبعد الفصل حفظت في مكان متجدد الهواء ليتم جفافها وتصلبها بصورة كاملة ثم أعيد تركيبها في الفراغ الخاص بها للتأكد من التطابق وقد تم التثبيت باستخدام بارالويد B72 تركيز ١٥% في الأستيون وذلك بعد تقوية أسطح الاتصال باستخدام نفس المحلول بتركيز ٥% . وبعد تمام التثبيت استكمل تشكيل وصقل السطح بما يتناسب مع المظهر العام للتمثال ثم لصق طبقة من الورق الياباني باستخدام ميثيل السيلولوز تركيز ١% في الماء والتلوين بلون مناسب للون الخشب [صورة رقم (٢٠٤)] .

- تدعيم الشروخ الطولية التي توجد بجسم التمثال وتؤثر على بنيانه وكذلك أماكن التآكل الحشري خاصة بالشعر المستعار بجانب خط اتصال جزئي الرأسى معا بعد إزالة بقايا مادة اللصق القديم باستخدام خليط الميكروبالون المستخدم في عمليات الاستكمال السابقة حيث طبق بنفس الأسلوب مع مراعاة تشكيل الأسطح المستكملة بما يتقارب مع تفاصيل التمثال .

- في حالة الشرخين المتسعين العميقين الموجودين بصدر وظهر التمثال تم ملئهم وتدعيم شرخ الظهر فقط ويرجع ذلك الى أنهم شرخين شعاعين متقابلين ومحصورين داخل الخشب ، وبالتالي في حالة ملئ كلا منها يمكن أن يتعرض الخشب لظهور شروخ جديدة عند التغير الكبير في ظروف الرطوبة المحيطة . لذا تم ملئ شرخ الظهر فقط نظرا لأنه أكثر امتدادا بجانب مرونة بعقدة خبيثة أدت الى زيادة اتساعه وتشوّهه مع سهولة تعرضه للآتساع . كما أن الخشب في هذه المنطقة يحتاج الى التدعيم بسبب وجود العديد من الشروخ الطولية الدقيقة . وقد تمت هذه العمليات باستخدام خليط الميكروبالون السابق بنفس أسلوب التطبيق [صورة رقم (٢٠٥)] [صور رقم (٢٠٦-٢٠٧-٢٠٨)] .

وبذا أنهت عمليات ترميم التماثيل الثلاثة بما يتوافق مع معايير الترميم القياسية العالمية .

أولاً : المراجع العربية

- ١- أحمد فخرى (دكتور)
"مصر الفرعونية" - موجز تاريخ مصر منذ أقدم العصور حتي عام ٣٣٢ ق م -
مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ١٩٧١ .
- ٢- باهور لبيب ومحمد حماد
"لمحات من الفنون والصناعات الصغيرة وآثارنا المصرية" - دار ومطابع الشعب
- القاهرة - ١٩٦٢ .
- ٣- ثروت عكاشة (دكتور)
"الفن المصرى القديم" - النحت والتصوير - الجزء الثانى - الهيئة المصرية للكتاب -
القاهرة - ١٩٩١ .
- ٤-
"تاريخ الفن" - الفن المصرى القديم - الجزء الأول - دار المعارف - القاهرة - ١٩٧١ .
- ٥- حسام الدين عبد الحميد (دكتور)
"تكنولوجيا صيانة وترميم المقتنيات الثقافية" - الهيئة المصرية العامة للكتاب - القاهرة -
١٩٧٩ .
- ٦-
"المنهج العلمى لعلاج وصيانة المخطوطات والأخشاب والمنسوجات الأثرية" - مطابع
الهيئة المصرية العامة للكتاب - القاهرة - ١٩٨٤ .
- ٧- حسن عبد الرحمن خطاب
"الثروة النباتية فى مصر القديمة" - الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية - القاهرة -
١٩٨٥ .
- ٨- حسين محمد على إبراهيم (دكتور)
"علاج وترميم الأخشاب الملونة تطبيقاً على تابوت من العصر اليونانى الرومانى" - حفائر
دير البنات الفيوم - رسالة ماجستير - قسم الترميم - كلية الآثار - جامعة القاهرة -
١٩٨٧ .
- ٩-
"دراسة علاج الصور الجدارية وصيانتها بمنطقة آثار المنيا" - رسالة دكتوراة - قسم الآثار -
كلية آداب سوهاج - جامعة أسيوط - ١٩٩٣ .
- ١٠- سامية عمارة
"دراسات تطبيقية فى مقاومة الحشرات" - مركز بحوث وصيانة الآثار - المجلس
الأعلى للآثار - القاهرة - ١٩٩٦ .

- ١١- سليم حسن (دكتور)
"مصر القديمة في عصر ما قبل التاريخ إلى نهاية العهد الأهناسى" — الجزء الأول —
مطبعة الكوثر — القاهرة — ١٩٤٠ .
- ١٢ —
"مصر القديمة" — في مدينة مصر وثقافتها في الدولة القديمة والعهد الأهناسى — الجزء
الثانى — مطبعة الكوثر — القاهرة — ١٩٤٩ .
- ١٣- سيد توفيق (دكتور)
"تاريخ الفن في الشرق الأدنى القديم — مصر والعراق — دار النهضة العربية — القاهرة
— ١٩٨٧ .
- ١٤- صالح أحمد صالح (دكتور)
"الأسس العلمية لعلاج وصيانة الصور الجدارية" — محاضرات بقسم الترميم — كلية
الآثار — جامعة القاهرة ١٩٨٠ — ١٩٨٨ .
- ١٥ —
"تكنولوجيا المواد والصناعات القديمة" — محاضرات قسم الترميم — كلية الآثار — جامعة
القاهرة — ١٩٨٣ .
- ١٦- عبد الظاهر عبد الستار ابو العلا (دكتور)
"علاج وصيانة الأخشاب المغطاة بطبقة من الجسو الملون — رسالة ماجستير — قسم الترميم
— كلية الآثار — جامعة القاهرة — ١٩٨٠ .
- ١٧- عبد العزيز صالح (دكتور)
"الفن المصرى القديم" — من كتاب تاريخ الحضارة المصرية — العصر الفرعونى —
المجلد الأول — مكتبة النهضة المصرية — القاهرة — ١٩٦٢ .
- ١٨ —
"حضارة مصر القديمة وآثارها" — في الاتجاهات الحضارية العامة حتى أواخر الألف
الثالثة قبل الميلاد — الجزء الأول — الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية — القاهرة —
١٩٦٢ .
- ١٩- عبد المعز شاهين
"طرق صيانة وترميم الآثار والمقتنيات الفنية" — الهيئة المصرية العامة للكتاب — القاهرة
— ١٩٧٥ .
- ٢٠ —
"ترميم وصيانة المباني الأثرية والتاريخية" — وزارة المعارف — المملكة العربية
السعودية — ١٩٨٢ .
- ٢١- عبد المنعم أبو بكر (دكتور)
"الصناعات" — من كتاب تاريخ الحضارة المصرية — العصر الفرعونى — المجلد
الأول — مكتبة النهضة المصرية — القاهرة — ١٩٦٢ .

- ٢٢- عبد الوهاب إبراهيم حامد السنباطي
" علاج وصيانة الأخشاب الأثرية المغمورة في الماء أو المظمورة في تربة رطبة تطبيقاً
على عينات خشبية من المركب الأثرى التى عثرت عليه هيئة الآثار بمسطرده ١٩٨٧ " —
رسالة ماجستير — قسم الترميم — كلية الآثار — جامعة القاهرة — ١٩٩١ .
- ٢٣- عبلة محمد عبد السلام
علاج وصيانة الصناديق الخشبية تطبيقاً على صناديق من الدولة الحديثة بالمتحف
المصرى بالقاهرة — رسالة ماجستير — قسم الترميم — كلية الآثار — جامعة القاهرة —
١٩٨٦ .
- ٢٤- محرم كمال
" تاريخ الفن المصرى القديم " — دار الهلال بمصر — ١٩٣٧ .
- ٢٥- محمد أنور شكرى (دكتور)
" تماثيل الإنسان فى فجر تاريخ مصر القديم " — مطبعة دار الكتاب العربى — القاهرة —
١٩٥١ .
- ٢٦-
" حضارة مصر القديمة " — من كتاب حضارة مصر والشرق القديم — دار مصر للطباعة-
القاهرة
- ٢٧-
" الشخصية فى الفن المصرى القديم " — من كتاب مقالات مختلفة — المقال الأول .
- ٢٨-
" الفن المصرى القديم منذ أقدم عصوره حتى نهاية الدولة القديمة " — المؤسسة
المصرية العامة للتأليف والأنباء والنشر — القاهرة — ١٩٦٥ .
- ٢٩- محمد عبد الهادى (دكتور)
" علاج وصيانة خمسة أمثلة متنوعة من مجموعة الأخشاب من العصر الطولونى
والعصر الفاطمى بالمتحف الإسلامى بكلية الآثار " — رسالة ماجستير — قسم الترميم —
كلية الآثار — جامعة القاهرة — ١٩٨٠ .
- ٣٠- محمد فهمى عبد الوهاب
" دراسات نظرية وعملية فى حقل الفنون الأثرية وطرق ومواد الترميم الحديث " — هيئة
الآثار المصرية — القاهرة — ١٩٨٧ .
- ٣١- مصطفى عامر
" حضارة عصر ما قبل التاريخ " — من كتاب تاريخ الحضارة المصرية — العصر
الفرعونى — المجلد الأول — مكتبة النهضة المصرية — القاهرة — ١٩٦٢ .
- ٣٢- نادى لقمة
" علاج وصيانة الأخشاب الملتفة تطبيقاً على إحدى عربات الملك توت عنخ آمون " —
رسالة ماجستير — قسم الترميم — كلية الآثار — جامعة القاهرة — ١٩٨٦ .

٣٣- نجيب ميخائيل أبراهيم
"مصر والشرق الأدنى القديم" - الجزء الأول - الطبعة الثانية - مطبعة الأسكندرية
بمحرم بك - ١٩٥٧ .

٣٤- نسرين محمد نبيل الحديدى
"علاج وصيانة الأخشاب تطبيقاً على تابوتين بالمتحف المصرى بكلية الآثار" - رسالة
ماجستير - جامعة القاهرة - كلية الآثار - قسم الترميم - القاهرة - ١٩٩٧ .

٣٥- هدى عبد الحميد أبو زيد
"علاج وصيانة الأخشاب تطبيقاً على نماذج لمراكب خشبية من المتحف المصرى
بالقاهرة" - رسالة ماجستير - كلية الآثار - جامعة القاهرة - ١٩٨٧ .

٣٦- وليم نظير
"الثروة النباتية عند قدماء المصريين" - الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر - القاهرة
- ١٩٧٠ .

ثانياً : المراجع العربية

٤٠- أيتين دريوتون و جاك فاندييه
"مصر" - ترجمة عباس بيومى - مراجعة محمد شفيق غربال وعبد الحميد الدواخلى -
مكتبة النهضة المصرية - القاهرة - ١٩٥٤ .

٤١- أدامز فيليب وآخرون
" دليل تنظيم المتاحف " - ترجمة محمد حسن عبد الرحمن - الهيئة المصرية العامة للكتاب
- القاهرة - ١٩٩٣ .

٤٢- أدولف أرمان وهرمان رائكة
" مصر والحياة المصرية فى العصور القديمة " - ترجمة عبد المنعم أبو بكر ومحرم كمال
- القاهرة - ١٩٤٥ .

٤٣- ألفريد لو كاس
" المواد والصناعات عند قدماء المصريين " - ترجمة زكى أسكندر ومحمد غنيم - الطبعة
الثالثة - دار الكتاب المصرى - القاهرة - ١٩٤٥ .

٤٤- الن شورتر
"الحياة اليومية فى مصر القديمة" - ترجمة نجيب ميخائيل أبراهيم ومحرم كمال - مكتبة
الأنجلو المصرية القاهرة - ١٩٥٦ .

٤٥- أيزوماك دانيلز
" مقدمة فى علم تشريح النبات " - ترجمة عبد الفتاح القصاص وآخرون - مراجعة عبد
الحليم منتصر - مطبعة جامعة عين شمس - القاهرة - ١٩٦٢ .

- ٤٦- دريوتون
"التصوير والنحت عند قدماء المصريين" - ترجمة محمد عبد المحسن الخشاب - مطبعة
نهضة مصر - القاهرة - ١٩٤٧ .
- ٤٧- سيريل الدريد
"الحضارة المصرية من عصور ما قبل التاريخ حتى نهاية الدولة القديمة" - الطبعة الثانية
- ترجمة مختار السويفى - الدار المصرية اللبنانية - القاهرة - ١٩٩٢ .
- ٤٨-
"الفن المصرى القديم" - ترجمة أحمد زهير - مطابع هيئة الآثار المصرية - القاهرة -
١٩٩٠ .
- ٤٩- سير ألن جاردنر
"مصر الفراعنة" - ترجمة نجيب ميخائيل - مراجعة عبد المنعم أبو بكر - الهيئة
المصرية العامة للكتاب - القاهرة - ١٩٧٣ .
- ٥٠- كريستيان ديروش نوبلكور
"الفن المصرى القديم" - ترجمة محمد خليل النحاس وأحمد محمد رضا - مراجعة عبد
الحميد زايد - القاهرة - ١٩٩٠ .
- ٥١- مرجريت مري
"مصر ومجدها الغابر" - ترجمة محرم كمال ونجيب ميخائيل - لجنة البيان العربى -
القاهرة - ١٩٥٧ .
- ٥٢- والتر إمري
"مصر فى العصر العتيق" - "الأسرتان الأولى والثانية" - ترجمة راشد محمد نوير
ومحمد على كما الدين - مراجعة محمد عبد المنعم أبو بكر - دار نهضة مصر للطبع
والنشر - القاهرة - ١٩٦٧ .
- ٥٣- ياروسلاف تشرنى
"الديانة المصرية القديمة" - ترجمة أحمد قدرى - مطابع هيئة الآثار المصرية - القاهرة
- ١٩٨٧ .

ثالثاً: المراجع الأجنبية

1- Adams, D.

"Catalog of materials – supplies – Tools for the professional Conservators and Archivist", Conservation Materials LTD., Sparks, Nevada, 1995.

2- Aldred, c.

"Old Kingdom Art in Ancient Egypt", Alec Tiranti LTD., London, 1949.

3-.....

"Egypt to the End of the Old Kingdom", Thames and Hudson, London, 1965.

4-.....

"Fine Wood-Work", A History of Technology, Vol. I, At the Clarendon Press, Oxford, England, 1958.

5- Allen, N.S.

"Action of Light on Dyed and Pigmented Polymers", Polymer in Conservation, the Royal Society of Chemistry, U.S.A, 1992.

6- Aqualon,

"Klucel, Physical and Chemical Properties", Aqualon Company, U.S.A, 1990.

7-.....

"Culminal, Physical and Chemical Properties", Aqualon Company, U.S.A., 1990.

8- Arganbright, D.

"Treatments and Coatings to Control Dimensional Movement", Journal of Wood Conservation, Vol. 1, 1985, the Conservation Technology Group, U.S.A., 1985.

9-.....

"A Review of the physical Properties of Wood", Journal of Wood Conservation, Vol. 1, 1985, the Conservation Technology Group, U.S.A., 1985.

10- Ashurst, N.

"Cleaning Historic Buildings", Vol. 2, Cleaning Materials and Processes, Donhead Publishing LTD., United Kingdom, 1994.

11- Baher, H.S.

"Furniture in The Ancient World", A Giniger Book in Association with the Macmillan Company, New York, 1965.

12- Ballestrem, A.

"Cleaning of Polychrome Sculpture", Conservation of Wooden Objects, Vol. 2, New York Conference on Conservation of Stone and Wooden Objects, IIC., Second Edition, London, 1971.

13- Barkour, R.J.

"Treatment for Waterlogged and Dry Archaeological Wood", Archeaological Wood, Advance in Chemistry, Series 225, the American Chemical Society, Washington, 1990.

14- Barclay, R. and Mathias, C.

“An Epoxy / Microballoon Mixture for Gap Filling in Wooden Objects”, Journal of the American Institute for Conservation, Vol. 28, No. 1, 1989, the American Institute for Conservation, U.S.A, 1989 .

15- Barkov, Z. and Lambert, F.

“Mechanical Properties of Some Fill Materials for Ceramic Conservation”, ICOM Committee for Conservation, 7th Treenail Meeting, Copenhagen, 1984 .

16- Barrette, B.

“Climate Control, The Egyptian Galleries at the Metropolitan Museum of Art”, ICOM Committee for Conservation, 7th Treenail Meeting, Copenhagen, 1984.

17- Bendtsen, A.B. and others

“Mechanical Properties of Wood”, the Encyclopedia of Wood, Revised Edition, Sterling Publishing Co., Inc., New York, 1989 .

18- Berger, G. and others

“The Procedure of Developing an Adhesives and Consolidants”, IIC, London, 1984.

19- Blackshaw, S. and Ward, S.E

“Simple Tests for Assessing Materials for use in Conservation”, the Proceedings of the Symposium Resins in Conservation, Scottish Society for Conservation and Restoration, U.K., 1983 .

20- Blanchette, R.A.

“Biodeterioration of Archaeological Wood”, Biodeterioration Abstracts, Vol.9, No.2, June 1995, CAB International, U.S.A, 1995 .

21-

“A Guide to Wood Deterioration Caused by Microorganisms and Insects”, The Structural Conservation of Panel Paintings, Proceedings of a Symposium at the Paul Getty Museum 24 – 28 April 1995, the Getty Conservation Institute, Los Angeles, 1995 .

22- Blanchette, R.A. – Nilsson, T. and others

“Biological Degradation of Wood”, Archaeological Wood, Advance in Chemistry, Series 225, the American Chemical Society, Washington DC., 1990 .

23- Blanchette, R.A. , Cease, K.R. and others

“An Evaluation of Different Forms of Deterioration found in Archaeological Wood”, International Biodeterioration 28, 1991, Elsevier Science Publishers, England, 1991.

24- Blanchette, R.A. and Simpson, E.

“Soft Rot and Wood Pseudomorphs in an Ancient Coffin from Tumulus MM at Gordion”, Turkey, IAWA Bulletin n.s., Vol. 13 (2), U.S.A., 1992 .

25- Blanchette, R.A. , Wilmering, A. and Baumeister, M.

“The use of Green Stained Wood Caused by Fungus Chlorociboria in intarsia Masterpieces from the 15th Century”, Holzforschung, Vol. 46, 1992, No. 3, Walter

de Gruyter, New York, 1992 .

26- Blanchette, R.A. – Haight, J. and others

“Assessment of Deterioration in Archaeological Wood from Ancient Egypt”,
Journal of the American Institute for Conservation, Vol. 33, no.1, 1994, the
American Institute for Conservation, U.S.A., 1994 .

27- Borchardt, V.L.

“Statuen Und Statuetten Von Königen Und Privatleuten im Museum Von Kairo”,
Teil I ,Reichsdruckerei, Berlin, 1911.

28-.....

“Works of Art from the Egyptian Museum at Cairo”, Translated by Reisner,G. ,
Kunstanstalt Stengel Co. LTD., Dresden.

29- Bott, G.

“Amylase for Starch Removal from a Set of 17th Century Embroidered Panels”,
The Conservator, No. 14, 1990, the United Kingdom Institute for Conservation,
U.K., 1990

30- Bradley, S.

“Strength Testing of Adhesives and Consolidants for Conservation Purposes”,
Adhesives and Consolidants, IIC, London, 1984 .

31-Campbell, M. and Stewart, J.

“The Medical Mycology Handbook”,Awiley Medical Publication, New York,1980.

32- Capart, J.

“Some Remarks on the Sheikh El-Beled”, the Journal of Egyptian Archaeology,
Vol.VI, The Egypt Exploration Fund, London, 1920 .

33-

“L’art Égyptien”, Tome II, La Statuaire, Etabl. Vromant S.A, D’imprimerie
D’editin, Bruxeelles, 1948.

34- Coates, D.F.

“Rock Mechanics Principles”, Mines Branch Monograph 874, Canada, 1970.

35- Considine, B.

“Furniture, Caring For your Collections”, the National Committee to Save
America’s Cultural Collections, Harry N. Abrams Inc. Publishers, New York,
1992.

36- Crafts Council,

“Adhesives and Coatings”, Science for Conservators,Book 3,Publised by the Crafts
Council,London,1983 .

37-.....

“Cleaning”,Science for Conservators,book 2,Publised by Crafts Council ,
London,1983.

38- Craft, M.L. and Solz ,J.A.

“ Commercial Vinyl and Acrylic Fill Materials”,JAIC., vol.37,The American

Institute for Conservation,U.S.A.,1998 .

39-Creffield, J.W.

“Wood-Destroying Insects,Wood Borers and Termites”,CSIRO,Australia,1996.

40-De La Rie,E.R. and Shedrinsky,A.M.

“The Chemistry of Ketone Resins and the Synthesis of A Derivative with Increased Stability and Flexibility”,Studies in Conservation,vol.34,no.1, I.I.C.,U.S.A.,1989 .

41-Derrich,M.R. , Doehne,E.A. and others

“Some New Analytical Techniques for Use in Conservation”, JAIC., vol.33 , No.2 ,The American Institute For Conservation,U.S.A.,1994 .

42- Devries,K.L. and Borgmeier,P.R.

“Testing of Adhesives”,Handbook of Adhesive Technology,Marcel Dekker Inc., New York,1994 .

43-Dodd,R.

“Review of Wood Anatomy”,Journal of Wood Conservation ,vol.1,no.1,The Conservation Technology Group,U.S.A.,1985 .

44-.....

”Methods in Macroscopic and Microscopic Analysis of Wood”, Journal of Wood . Conversation,Vol.1, No.1,1985,The conservation Technology Group,U.S.A, 1985 .

45-.....

“ Degradation of Wood”, Journal of Wood Conservation, Vol. 1, No. 1, 1985, The Conservation Technology Group, U.S.A, 1985 .

46-.....

“ Crafts and Tools”, From Egypt’s Golden Age, Museum of Fine Arts, Boston, 1982.

47- Drioton, E.

“Encyclopédie Photographique De L’art Le Musée Du Caire” Édition Tel.,France, 1949.

48- Down , L.

“ Adhesive Testing at The Canadian Conservation Institute, Past and Future”, From Adhesives and Consolidants, I.I.C., London, 1984.

49- Down, J. , Macdonald, M. and Others

“Adhesive Testing at the Canadian Conservation Institute – An Evaluation of Selected Poly Vinyl Acetate and Acrylic Adhesives”, Studies in Conservation, Vol. 41,I.I.C.,U.S.A., 1996 .

50-Eaton, R. A. and Hale, M.D.C.

“ Wood Decay, Pests and Protection”, Champan and Hall, London, 1993.

51-Edlin, H.L.

“What Wood is That?”, Amanual of Wood Identification, Viking Penguin Inc., New York, 1969.

- 52- El Hadidi, M.N. & El Fayoumi, H.H.**
 "Catalogue of the Archaeobotanical Specimens in Cairo", University of Herbarium, 1. Abu Sha'ar Site, Red Sea Coast – Egypt, in *Taeckkolmia* 16, Cairo University Harbarium, Egypt, 1996 .
- 53- El Goresy, A. and Others**
 "Egyptian Blue –Cuprorivaite –A Window to Ancient Egyptian Technplpgy", Autor El Goresy , Germany, 1983 .
- 54- Erhardt, D. and Others,**
 "New Versus Old Wood Differences and Similarities in Physical, Mechanical and Chemical Properties", Icom. Committee for Conservation, 11th Triennial Meeting, Vol. 2, Edinburgh, 1996 ..
- 55- Eslyn, W.E. and Others**
 "Protection from Organisms that Degrade Wood", The Encyclopedia Of Wood, Revised Edition, Sterling Publishing Co., Inc., New York, 1989 .
- 56- Faherty, K.F - Williamson, T.G.**
 "Wood Engineering and Construction Handbook", Second Edition Mc Graw- Hill, Inc., U.S.A, 1995
- 57- Farmer, R.H. and Others**
 "Handbook of Hardwoods", Second Edition, Her Majesty's Stationery Office, London, 1975.
- 58- Feist, W.C.**
 "Outdoor Wood Weathering and Protection", from *Archaeological Wood, Advanc in Chemistry*, Series 225, The American Chemical Society , Washington DC., 1990 .
- 59- Feller, R.L. and Curran, M.**
 "Studies on Photochemical Stability of Thermoplastic Resins" in ICOM Committee for Conservation, 4th Triennial Meeting, Venice, 1975 .
- 60-.....**
 "Solubility and Crooslinking Characteristics of Ethylene / Vinyl acetate Copolymers", *Bulletin of the American Group* – 11C. 11, 1970 .
- 61-.....**
 "Standards in the Evaluation of Thermoplastic Resins", Paper Delivered at the Fifth Triennial Meeting of the International Council of Museums, Committee for Conservation, Zagreb, 1978 .
- 62- Fischer, G.**
 "Brief Communication, An Old Kingdom Expedient for Anchoring Inlaid Eyes", *The Journal of Egyptian Archaeology*, Vol.75, the Egypt Exploration Society, London, 1989 .
- 63- Florian, M.L.**
 "Scope and History of Archaeological Wood", from *Archaeological Wood*,

Advance in Chemistry Series 225, the American Chemical Society,
Washington DC., 1990 .

64- Florian, M. , Kronkright, D. and Norton,R.

“The Conservation of Artifacts Made From Plant Materials”, the Paul Getly Trust,
U.S.A , 1990.

65- Forbes, R.J.

“Chemical, Culinary And Cosmetic Arts”, A History of Technology, Vol. I, At the
Clarendon Press, Oxford, England, 1958 .

66- Gänische, S. and Hirx, J.

“A Translucent Wax – Resin Fill Material For The Compensation of Losses in
Objects”, JAIC. 36, U.S.A,1997 .

67- Gettens, R.J. and Stout, G.L.

“ Painting Materials”, A short Encyclopaedia, Dover Publications, Inc., New
York, 1966.

68- Gillerg, M. and Brokerhof, A.

“The Control of Insect Pests in Museum Collections, the Effects of Low
Temperature on Stegobium Paniceum, the Drugstore Beetle”, Journal of the America
Institute for Conservation, Vol.30, No. 2, 1991, Published by A.I.C., U.S.A. 1991 .

69- Glastrup,m .

“A Note on the Analysis of the Binding Medium from A Phoenician Shipwreck,
Studies in Conservation Vol. 40, I.I.C., U.S.A.,1995 .

70- Gowers, H.J.

“The Treatment of Ethnographical Wood”,Conservation of Wooden Objects ,
Vol.2, New York,Conference on Conservation of Stone and Wooden
Objects,New York,1970.

71- Grattan, D.W. and Barclay, R.L.

“Study of Gap – Fillers for Wooden Objects”, Studies in Conservation, Vol. 3,
No. 2, 1988, The Journal of the International Institute for Conservation {IIC},
U.S.A. 1988.

72- Green, R.

“Recent Analysis of Pigments from Ancient Egyptian Artefacts” Conservation in
Ancient Egyptian Collections, Archetype Publications, London, 1995 .

73- Grozdits, G.A.

“ Choice of Adhesives for Wood”, Journal of Wood Conservation, Vol. 1, No. 1,
1985, The Conservation Technology Group, U.S.A. 1985 .

74-.....

“ Technology of Wood Adhesion – A General Consideration”, Journal of Wood
Conservation,Vol.1, No.1,1985,The Conservation Technology Group,U.S.A., 1985

- 75- Hansen, E. , Sadoff, E. and Lowinger, R.**
 “ A Review of Problem Encountered in the Consolidation of Paint on Ethnographic Wood Objects and Potential Remedies”, Icom Committee for Conservation, 9th Triennial Meeting, Volume I, Dresden, German Democratic Republic, 1990.
- 76- Hansen, F. , Derrick, M. and Others**
 “The Effects of Solution Application on Some Mechanical and Physical Properties of Thermoplastic Amorphous Polymers Used in Conservation”, Journal of the American Institute for Conservation, Vol. 30, No. 2, 1991, AIC., U.S.A, 1991 .
- 77- Hansen, E. and Bishop, M.**
 “ Factors Affecting the Re-treatment of Previously Consolidated Matte Painted Wooden Objects”, The Getty Conservation Institute, Los Angeles, 1998 .
- 78- Harwey, R. and Freedland, C.**
 “Exhibition and Storage of Archaeological Wood”, Archaeological Wood, Advance in Chemistry, Series 225, The American Chemical Society, Washington DC, 1990 .
- 79 – Hatchfield, P.**
 “Note on A Fill Material for Water Sensitive Objects”, Journal of the American Institute for Conservation, Vol.25, No. 2, 1986, A.I.C. , 1986.
- 80 -**
 “The Use of Cellulose Ethers in the Treatment of Egyptian Polychromed Wood”, in Conservation of Ancient Egyptian Materials, United Kingdom Institute for Conservation, Archaeology Section, U.K.,1988 .
- 81- Hatchfield, P. and Koester, R.**
 “Scanning Electron Microscopic Examination of Archaeological Wood Microstructure Altered by Consolidation Treatments”, in Scanning Microscopy, Vol. I, No. 3, Scanning Microscopy International, U.S.A 1987 .
- 82- Hatchfield, P. and Newman, R.**
 “ Ancient Egyptian Gilding Methods”, in Gilded Wood Conservation and History, Sound View Press Madison, Connecticut, 1991 .
- 83- Hatchfield, P. and Marincola, M.**
 “Compensating Losses: Tissue Paper Fills for Sculpture”, from the Loss Compensation: Technical and Philosophical Issues, Objects Specialty Group Session 1994, Volume Two, the American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, U.S.A, 1995 .
- 84- Haupt, M. - Dyer, D. and Hanlan, J.**
 “ An Investigation into Three Animal Glues”, The Conservator, No. 14, 1990, United Kingdom Institute for Conservation, U.K., 1990 .
- 85- Hauser, R.**
 “ Enzymes in Conservation “, A Conference Report, from Technology & Conservation Magazine, Vol. 11, No. 4, Susan E. Schur, U.S.A, 1993 .

- 86- Hedges, J.I.**
“The Chemistry of Archaeological Wood”, from Archaeological Wood, Advances in Chemistry Series 225, the American Chemical Society, Washington DC., 1990
- 87- Heinrich Schäfer**
“Principles of Egyptian Art”, Translated by John Bainer, Clarendon Press, Oxford. 1974.
- 88- Hercules ,**
“Ethyl Cellulose, Chemical and Physical Properties”, Hercules Company, U.S.A, 1989.
- 89- Hickin, N.**
“Wood Destroying Insects and Works of Arts”, Conservation of Wooden Objects, Vol. 2, Second Edition, New York Conference on Conservation of Stone and Wooden Objects , I.I.C, New York, 1970 .
- 90- Hoadley, B.**
“The Dimensional Response of Wood to Variation in Relative Humidity”, Conservation of Wood in Painting and the Decorative Arts, the International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, London, 1978 .
- 100 -.....**
“Identifying Wood”, the Taunton Press, 1990, U.S.A.
- 101-.....**
”Understanding Wood”, The Taunton Press, U.S.A., 1994.
- 102-.....**
“Wood as a Physical Surface for Paint Application” Painted Wood , History and Conservation, The Getty Conservation Institute, Los Angeles, 1998 .
- 103- Hodges, H.**
“Artifacts, an Introduction to Early Materials and Technology”, Ronald P. Frye and Company, Canada, 1988.
- 104- Hon, D.N.**
“Analysis of Adhesives”, Handbook of Adhesives Technology, Marcel Dekker Inc., New York, 1994 .
- 105- Horie, C.V.**
“Materials for Conservation Organic Consolidants”, Adhesives and Coatings, Butterworth Series in Conservation and Museology, U.K., 1987.
- 106- Hornemann, B.**
“Types of Ancient Egyptian Statuary”, H.P. Hansens Bogtrykkeri, Copenhagen, Vol.1, 1951.
Vol.2,3, 1957.
Vol.4,5, 1966
Vol.6,7, 1969.

- 107- Howells, R. and Burnstock, A.**
 "Polymer Dispersions Artificially Aged", The Conservator, No.9, The United Kingdom Institute for Conservation, U.K.,1985 .
- 108- Ilic, J.**
 "Csiro Atlas of Hard Woods", Springer- Verlag, New York, 1991.
- 109- Jaeschke, H.F.**
 "Oriental Lacquer, a Natural Polymer", Polymers in Conservation, The Royal Society of Chemistry, U.S.A.,1992 .
- 110- Jackson, A. and Day, D.**
 "Good Wood Handbook", Betterway Publications, U.S.A., 1992.
- 111- Jagiella, C. and Kurschner, H.**
 "Atlas Der Holzer Saudi Arabiens", Dr. Ludwig Reichert Verlag, Wiesbaden, 1987.
- 112- Joel, F. LTD. Catalog,**
 "Museum Laboratory and Archaeological Supplies", Frank W. Joel LTD., U.K.,1981.
- 113- Johnson, C. , Head, K. and Green, L.**
 "The Conservation of A Polychrome Egyptian Coffin", Studies in Conservation, Vol.40, No.2,The International Institute for Conservation ,U.S.A.,1995 .
- 114- Johnson, H.**
 "The International Book of Wood", Crescent Book, New York, 1984.
- 115- Johnston, J.**
 "Physical Testing of Pressure- Sensitive Adhesive Systems", Handbook of Adhesive Technology, Marcel Dekker Inc., New York, 1994 .
- 116- Kaye, B.**
 " Conservation of Waterlogged Archaeological Wood", Chemical Society Reviews Vol. 24, U.S.A. , 1995 .
- 122- Khandekhar, N. , Phenix, A. and Sharp, J.**
 "Pilot Study into the Effects of Solvents on Artificially Aged Egg Tempera Films", The Conservator, No.18,The United Kingdom Institute for Conservation, U.K., 1994
- 123- Killen, G**
 " Ancient Egyptian Furniture", Aris and Phillips Ltd., England, 1980.
- 124-**
 " Egyptian Woodworking and Furniture", Shire Publications Ltd., Buckinghamshire, U.K., 1994.
- 125- Kingsolver, J.M.**
 " Illustrated Guide to Common Insect Pests in Museums", A Guide to Museum Pest Control, The Foundation of the American Institute for Conservation of

Historic and Artistic Works, Washington, 1988.

126- Klein, P. and Bräker, F.

“Investigations on Swelling and Shrinkage of Panels with Wooden Support”, Icom Committee for Conservation 9th Terminal Meeting, Dresden, German Democratic Republic, Volume I, the ICOM Committee for Conservation, U.S.A, 1990 .

127- Kleiner, L. M.

“Ancient Binding Media Varnishes and Adhesives”, ICCROM, Rome, 1985.

128- Kushel, D.

“Varnish Resins for Conservation – Useful Working Data”, Published by Bufelo State College, Art conservation Department, New York, 1988 .

129- Landrey, G., J.

“The Use of Fluorescent Microscopy in Furniture Conservation””, ICOM Committee for Conservation, 9th Triennial Meeting, Volume II, Dresden, German Democratic Republic, 1990 .

130- Larson, L. , Kim Shin, K. and Zink, J.I.

“Photoluminescence Spectroscopy of Natural Resins and Organic Binding Media of Paintings, Journal of the American Institute for Conservation, Vol. 30, No. 1, 1991, Published by A.I.C., U.S.A, 1991 .

131- Lauer, J.P

“Saqqara, the Royal Cemetery of Memphis”, Excavations and Discoveries Since 1850, Thames and Hudson, London.

132- Leospo, E.

“Woodworking: Furniture and Cabinetry, from Egyptian Civilization Daily Life”, Istituto Bancario San Paolo di Torino, Italy.

134- Mariette, A.

“Les Mastabas De L’ancien Empire”, Vieaveg. Libraire – Editeur, Paris, 1889 .

135- Maspero, G.

“Egyptian Archaeology”, Translated by Amelia Edwards, Second Edition . H. Grevel and Co., London, 1889,

136- Massy, R.

“Formulas for Painters”, Watson – Guptill Publications, New York, 1967.

137- Mecklenberg, M. and Others

“Structural Response of Painted Wood Surfaces to Changes in Ambient Relative Humidity”, The Getty Conservation Institute, Los Angeles, 1998.

138- Michalowski, K.

“Great Sculpture of Ancient Egypt”, Reynal & Company, New York, 1978.

- 139-.....
 "Art of Ancient Egypt", Harry N. Abrams, Inc. Publishers, New York.
- 140- **Michalski, S. and Dignard, C.**
 "Ultrasonic Misting ", Part 1, Experiments on Appearance Change and Improvement in Bonding, JAIC. ,Vol. 36, U.S.A., 1997 .
- 141- **Michalski, S. and Others**
 "The Ultrasonic Mister Applications in the Consolidation of Powdery Paint on Wooden Artifacts" , the Getty Conservation Institute, Los Angeles, 1998.
- 142- **Mihailov, A.D.**
 "Conservation of Wooden Works of Art in Bulgaria", Conservation of Wooden Objects, Vol.2, New York Conference on Conservation of Stone and Wooden Objects, IIC., Second Edition, London ,1971.
- 143- **Mills, J.S. and White, R.**
 "The Organic Chemistry of Museum Objects", Butterworths, England, 1987.
- 144- **Moore, Jr. H.B.**
 "Deterioration by Insects and Other Animals During Use", Concise Encyclopedia of Wood and Wood-Based Materials, the Mit Press Cambridge, U.S.A, 1989.
- 145- **Morse, E.**
 "Enzyme Treatment for Conserving Artistic / Historic Works", Technology and Conservation Magazine, Vol. 1, 1992, Publisher Swsan E. Schur, U.S.A, 1992 .
- 146- **Murray, M.**
 "Egyptian Sculpture", Duckworth, London, 1930 .
- 147-
 "Saqqara Mastabas", Part I, Egyptian Research Account, Tenth Year 1904, Histories and Mysteries of Man LTD., London, 1989 .
- 148- **Nahed Abd el Moniem Mourad Waly,**
 "Documentary and Comparative Anatomical Study of the Wood and Charcoal Plants of Ancient Egypt", Thesis Submitted to the Faculty of Science, Cairo University for the Degree of Ph. D. In Botany, Cairo, 1994.
- 149- **Nakhla, S. M. A.**
 "Comparative Study of Resins for the Consolidation of Wooden Objects", Studies in Conservation, Vol. 31, No. 1, IIC., London ,1986 .
- 150- **Mc Neill, I.C.**
 "Fundamental Aspects of Polymer Degradation", from Polymers in Conservation, the Royal Society of Chemistry, U.S.A, 1992 .
- 151- **Nilbi, A.**
 "Ancient Egypt and Some Eastern Neighbours",Noyes Press ,U.S.A, 1981.

- 152- Nilsson, T. Daniel, G.**
“Structure and the Aging Process of Dry Archaeological Wood”, Archaeological Wood, Advance in Chemistry , Series 225, the American Chemical Society, Washington DC, 1990 .
- 153- Packard, E.**
“Consolidation of Decayed Wood Sculpture”, Conservation of Wooden Objects, Vol.2, New York Conference on Conservation of Stone and Wooden Objects, IIC., Second Edition, London, 1971 .
- 154- Padfield, T. Jensen, P.**
“Low Energy Climate Control in Museum Stores”, Icom Committee for Conservation 9th Triennial Meeting, Volume II, Dresden German Democratic Republic , 1990 .
- 155- Panshin, A. J. Zeeuw, C. D.**
“Textbook of Wood Technology”, Mc Graw – Hill Book Company, U.S.A, 1970.
- 156- Paolo ,M. and Others**
“ Conservation of Wall Paintings ”, Butterworths, London, 1984 .
- 157- Peterson, C.E.**
“New Directions in the Conservation of Archaeological Wood”, Archaeological Wood, Advance in Chemistry, Series 225, The American Chemical Society, Washington DC, 1990 .
- 158-.....**
“Arts and Grafts of Ancient Egypt”, A.C. Mc Clurg and Co., Chicago, 1910.
- 159- Phillips, J .**
“The Composite Sculpture of Akhetaten”, From Amarna Letters , Volume Three, KM.T. Communications, San Francisco, California, U.S.A., 1994 .
- 160- Philip, W.**
“The Nature of Conservation”, the Getty Conservation Institute, Second Printing, California, 1989,
- 161- Pitt, J.I. and Hocking, A.D**
“Fungi and Food Spoilage”, Academic Press, Sydney, 1985.
- 162- Plenderleith, H.J. and Werner, A.E.**
“The Conservation of Antiquities and Works of Arts”, the Oxford University Press, London, Oxford, 1971.
- 163- Podmaniczky, M.S.**
“Structural Fills for Large Wood Objects Contrasting and Complementary Approaches”, JAIC., Vol. 37 ,U.S.A., 1998 .
- 164- Porter, B. and Moss, R.**
“Topographical Bibliography of Ancient Egyptian Hieroglyphic Texts , Reliefs and Paintings”, III. Memphis, Part2, Saqqara to Dahshoûr, Griffith Institute,

Ashmolean Museum, Oxford, 1977.

165- Rene`de La Rie ,E. and Shedrinsky ,M.A.

“The Chemistry of Ketone Resins and the Synthesis of a derivative with Increased Stability and Flexibility “,Studies in Conservation ,I.I.C.,Vol. 34,No. 1, London, 1989. .

166- Rene`de La Rie ,E.

“Stability and Function of Cotings Used in Conservation “,Polymers in, Conservation , The Royal Society of Chemistry, U.S.A., 1992 .

167- Rice, J.T.

“Gluing of Archaeological Wood”,Archaeological Wood ,Advance in Chemistry, Series 225, The American Chemical Society, Washington DC, 1990 .

168-Robson, M.

“Early Advances in The Use of Acrylic Resins for The Conservation of Antiquities”, Polymer in Conservation, The Royal Society of Chemistry, U.S.A., 1992 .

169- Rohm,

“Plexisol B597”, Rohm GMBH, Merkblatt, Germany, 1975.

170- Russmann, E. R.

“Egyptian Sculpture Cairo and Luxor”,The American University in Cairo, Egypt,1989.

171- Donadoni, A.M.

“Religious Beliefs”, Egyptian civilization, Egyptian Museum of Turin, Istituto Bancario San Paolo di Torino, Italy, 1988.

172-

“Daily Life”, Egyptian Civilization, Egyptian Museum of Turin, Istituto Bancario San Paolo di Torino, Italy, 198

173- Rowell, R.M.

“Chemical Modification of Cell Wall Polymers as Potential Treatments of Archaeological Wood”, Archaeological Wood, Advance in Chemistry, Series 225, The American Chemical Society, Washington DC,1990 .

174- Sakuno, T. and Schniewind, A.

“Adhesive Qualities of Consolidants For Deteriorated Wood”, Journal of the American Institute for Conservation, Vol.29, No.1, 1990, Publised by AIC., U.S.A.,1990 .

175- Saleh, M. and Sourouzian, H.

“The Egyptian Museum Cairo Official Catalogue”, Verlag Philipp Von Zabern, Mainz, Germany, 1987.

176- Schafer, H.

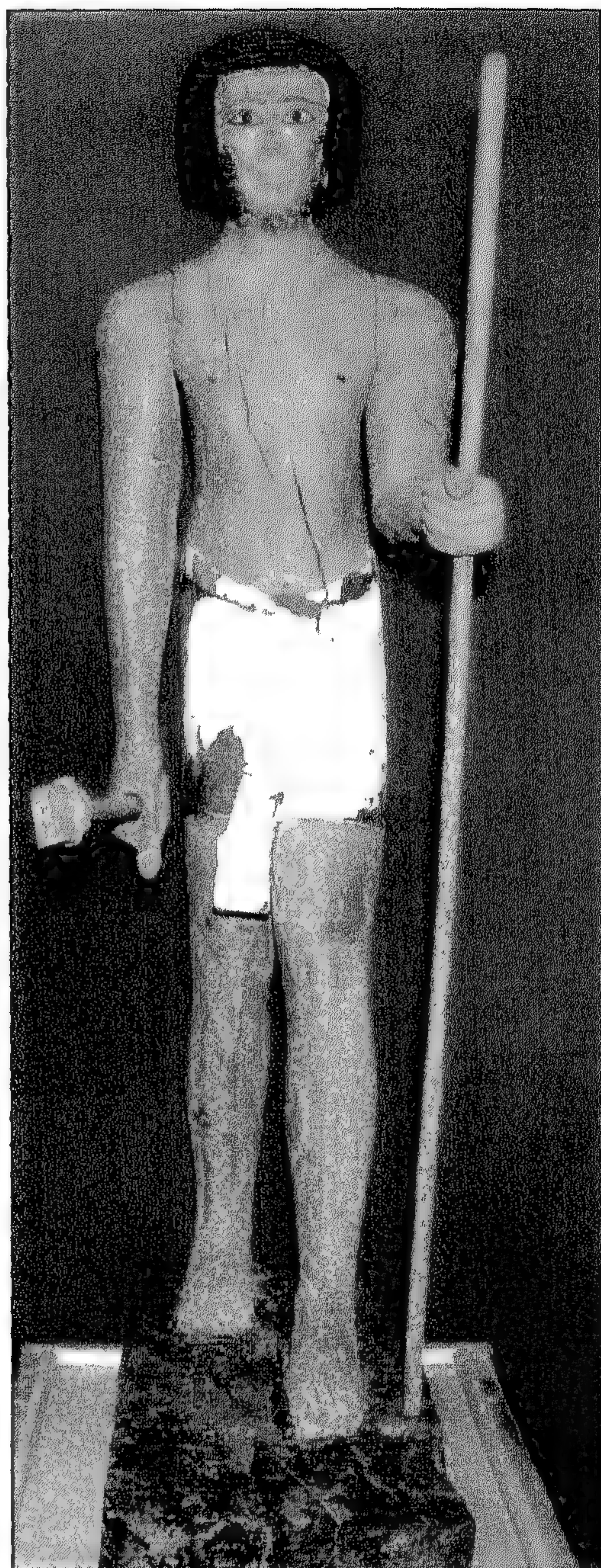
“Principles of Egyptian Art”, Translated by Baines,J., Clarendon Press, Oxford, 1974.

- 177- Schilling, M.R.**
 "The Glass Transition of Materials Used in Conservation ", Studies in Conservation, I.I.C., Vol.34, No.3, London, 1989 .
- 178- Schniewind, A. and Kronkright, D.**
 "Strength Evaluation of Deteriorated Wood Treated with Consolidants ", Adhesives and Consolidants, IIC., London, 1984.
- 179- Schniewind, A. and Eastman, P.**
 "Consolidant Distribution in Deteriorated Wood Treated With Soluble Resins" Journal of The American Institute for Conservation, Vol.33, No.3, U.S.A., 1994 .
- 180- Schniewind, A.**
 "On the Reversibility of Consolidation Treatments of Deteriorated Wood With Soluble Resins ", The Wooden Artifacts Group, Session 1988, American Institute for Conservation, U.S.A., 1988.
- 181-.....**
 "Concise Encyclopedia of Wood & Wood Based Materials", The Mit Press, Cambridge, U.S.A., 1989.
- 182-.....**
 "Physical and Mechanical Properties of Archaeological Wood", Archaeological Wood, Advances in Chemistry Series 225, The American Chemical Society, Washington DC., 1990 .
- 183-.....**
 "Consolidation of Dry Archaeological Wood by Impregnation with Thermoplastic Resins", Archaeological Wood, Advances in Chemistry Series 225, The American Chemical Society, Washington DC., 1990 .
- 184- Schwartzbaum, P. M.**
 "The Conservation and Restoration of the Fire- Damaged Paintings of the Dome of the Al Aqsa Mosque Jerusalem", The International Symposium on the Conservation and restoration of Cultural Property, Japan, 1985.
- 185- Schweizer, F.**
 "Enquele Technologique", L'oeuver D'Art Sous Le Regard Des Sciences, Editions Slatkine , Geneve, 1994 .
- 186- Sease, C.**
 "The Development of The Humidity Control Module at Field Museum", Journal Of The American Institute For Conservation, Vol.30, No.2, U.S.A., 1991 .
- 187-**
 "Light Piping : A New Lighting System For Museum Cases", Journal of The American Institute For Conservation, Vol.32, No.3, U.S.A., 1993 .
- 188- Sellers, T.**
 "Adhesives in the Wood Industry", Handbook of Adhesive Technology, Marcel Dekker Inc., New York, 1994 .
- 189- Shashoua, Y. , Bradley, S. and Daniels, V.**
 "Degradation of Cellulose Nitrate Adhesive", Studies in Conservation, IIC., Vol.37, No.2, London, 1992 .

- 190- Shashoua, Y.**
"Mechanical Testing of Resins for Use in Conservation", Icom Committee for Conservation, 10 the Triennial Meeting, Washington DC, 1993 .
- 191- Silverman, D.**
"Writing", Egypt's Golden Age, The Art of Living in the New Kingdom, Museum of Fine Arts, Boston, 1982 .
- 192- Simpson, W. and Others**
"Physical Properties of Wood", The Encyclopedia of Wood, Revised Edition, Sterling Publishing Co., New York, 1989 .
- 193- Simpson, W. and Others**
"Control of Moisture Content and Dimensional Changes", The Encyclopedia of Wood, Revised Edition, Sterling Publishing Co., New York, 1989 .
- 194- Simunkova, E.**
"Consolidation of Wood by Consolidant Solution and Radiation Polymerization of Monomers in the Object", Conservation – Restoration of Leather and Wood , Training of Restorers, 6 the International Restorer Seminar, The National Center of Museums, Budapest, 1988 .
- 195- Sjastram, E.**
"Wood Chemistry Fundamentals and Applications", Second Edition, Academic Press Inc., U.S.A., 1993.
- 196- Sliwa, J.**
"Studies in Ancient Egyptian Handicraft, Woodworking", Uniwersytetu Jagiellonskiego, Warszawa, Krakow, 1975.
- 197- Smith, W.S.**
"A History of Egyptian Sculpture and Painting in The Old Kingdom", Oxford University Press, London, 1946.
- 198- Stamm, A.J.**
"Wood Deterioration and Its Prevention", Conservation of Wooden Objects, Vol. 2, Second Edition, New York Conference on Conservation of Stone and Wooden Objects, I.I.C., New York, 1971 .
- 199- Stelow, N.**
"Conservation and Exhibitions", Butterworth Co.Ltd., Great Britain, 1987.
- 200- Storch, P.S.**
"The Analysis And Conservation of Historic Wooden Gate", Recent Advances in The Conservation and Analysis of Artifacts ,Summer Schools Press, University of London, Institute of Archaeology, London, 1987 .
- 201- ..."** Fills For Bridging Structural Gaps in Wooden Objects", Journal of The American Institute For Conservation, Vol.33, No.1, J.A.I.C., U.S.A., 1994 .

- 202- Taubert, J.**
 “The Conservation of Wood”, Conservation of Wooden Objects, Vol.2, Second Edition, New York Conference on Conservation of Stone and Wooden Objects, I.I.C., New York, 1970.
- 203- Taylor, V.J.**
 “The Manual of Furniture Restoration”, David and Charles Book, Great Britain, 1994.
- 204- Thomson, G.**
 “The Museum Environment”, I.I.C., Butterworth Series, London, 1978.
- 205- Thornton, J.**
 “Minding The Gap Filling Losses in Gilded and Decorated Surfaces”, Gilding and Surface Decoration, The United Kingdom Institute for Conservation of Historic and Artistic Works of Art, London, 1991 .
- 206-.....**
 “A brief History and Review of The Early Practice and Materials of Gap-Filling in The West”, Journal of The American Institute for Conservation, Vol.37, No.1, U.S.A., 1998 .
- 207- Tsang, J. and Cunningham, R.**
 “Some Improvements in The Study of Cross Sections”, Journal of The American Institute for Conservation”, Vol.30, No.2, U.S.A., 1991 .
- 208- Vandersieyen, CL.**
 “La date Du Cheikh El Beled (Caire CG34)”, The Journal of Egyptian Archaeology, Vol.69, The Egypt Exploration Society, London, 1983 .
- 209- Vandier, J.**
 “ Manuel D’archeologie Egyptienne”, Tome III, Les Grandes Epoques La Statuaire, Editions A.ET.J. Picard ETGie, Paris, 1958
- 210- Veloz, N.E. and Chase, W.T.**
 “Airbrasive Cleaning Of Statuary and Other Structures”, From Technology and Conservation Magazine, No.1, Publisher Susan E. Schur, U.S.A., 1989 .
- 211- Villers, C.**
 “Projects Submitted for The Diploma in The Conservation of Painting at The Courtauld Institute of Art”, The Conservator, No.9, The United Kingdom Institute For Conservation, U.K., 1985 .
- 212- Walker, J.**
 “Primary Wood Processing”, Chapman and Hall, London, 1993.
- 213- Wallon, M.H.**
 “Notice Historique Sur La Vie et Les Travaux de Mariette Pacha”, Academie des Inscriptions et Belles-Lettres, X III, Institut de France, Paris, 1883 .

- 214- Ward, PH.**
"The Nature of Conservation ,A race Against Time", The Getty Conservation Institute, California, 1989.
- 215- Webb, M.**
"Methods and Materials for Filling Losses on Lacquer Objects", Journal of The American Institute for Conservation, Vol.37, No.1, JAIC., U.S.A., 1998 .
- 216- Weintraub , S.**
"Creating and Maintaining The Right Environment ",Caring for Your Collections, The National Committee to Save American's Cultural Collections, Harry Publishers, New York, 1992 .
- 217- Wermuth, J.A.**
"A Feedback Mechanism in Micro-Organic Deterioration", Journal of Wood Conservation, Vol.1, No.1, The Conservation Technology Group, U.S.A., 1985.
- 218-.....**
"The Measurement of Residual Strength Characteristics in Degraded Wood", Wooden Artifacts Group Session, A.I.C .Annual Meeting Chicago 1986, U.S.A., 1988.
- 219-.....**
"Simple and Integrated Consolidation Systems for Degraded Wood", Archaeological Wood, Advance in Chemistry, Series 225, The American Chemical Society, Washington DC., 1990 .
- 220- Werner, A.E.**
"Consolidation of Deteriorated Wooden Artifacts", International Symposium on The Conservation and Restoration of Cultural Property, Conservation of Wood, Japan, 1977 .
- 221-.....**
" The Conservation of Leather, Wood, Bone, Ivory and Archival Materials", In The Conservation of Cultural Property, Third Edition, Unesco, 1979.
- 222- Wildung, D, and Schoske, S.**
"Nofret-Die Schane", Philipp Von Zyabern, Mainz, Germany, 1984.
- 223- Wollers, R. , Sterman, N. and Stavroudis, C.**
"Notes for Workshop on New Methods in The Cleaning of Paintings", The Getty Conservation Institute, U.S.A., 1990.
- 224- Wolbers, R. and Others**
"Poly (2-Ethyl-2 Oxazoline) A New Conservation Consolidant", The Getty Conservation Institute, Los Angeles, 1998 .
- 225- Wood, W.E.**
"Early Wooden Tomb Sculpture in Ancient Egypt", Case Western Reserve University, PH.D.,1977, University Microfilms International, Michigan, U.S.A., 1984.



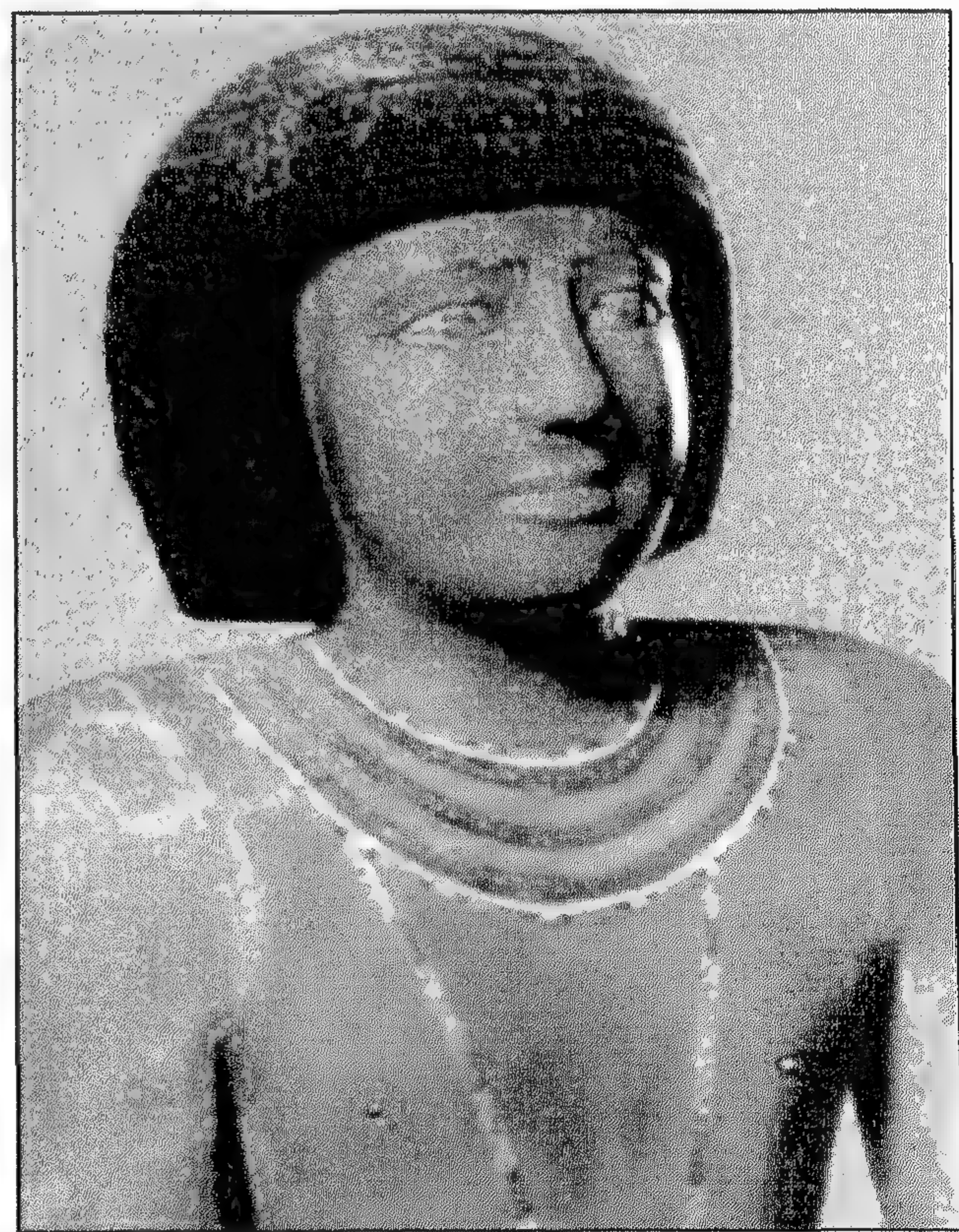
صورة رقم (١١ - ب)

المتحف المصري رقم « ٣٦٢٨٣ JE » - ارتفاع ١٨١ سم .
 متحف اللوفر رقم « ١١٩٣٧ » - ارتفاع ١٧٩ سم .
 تمثالان من الخشب للشريف « نخت » يمثلانه في الهيئتين الرسمية والعادية ويلاحظ الاختلاف الكبير في الهيئة وملامح الوجه . (عصر الانتقال الأول)



صورة رقم (١٢ - ب)

توضح الاختلاف الكبير في ملامح وجهي تمثالي « نى عنخ بى » فى الهيئة الرسمية [رقم "٣٠٧٩٦" ارتفاع ١٠٥ سم] والعادية (رقم ٣٠٧٩٧ ارتفاع ٧٠ سم) - (الأسرة السادسة - المتحف المصرى) .



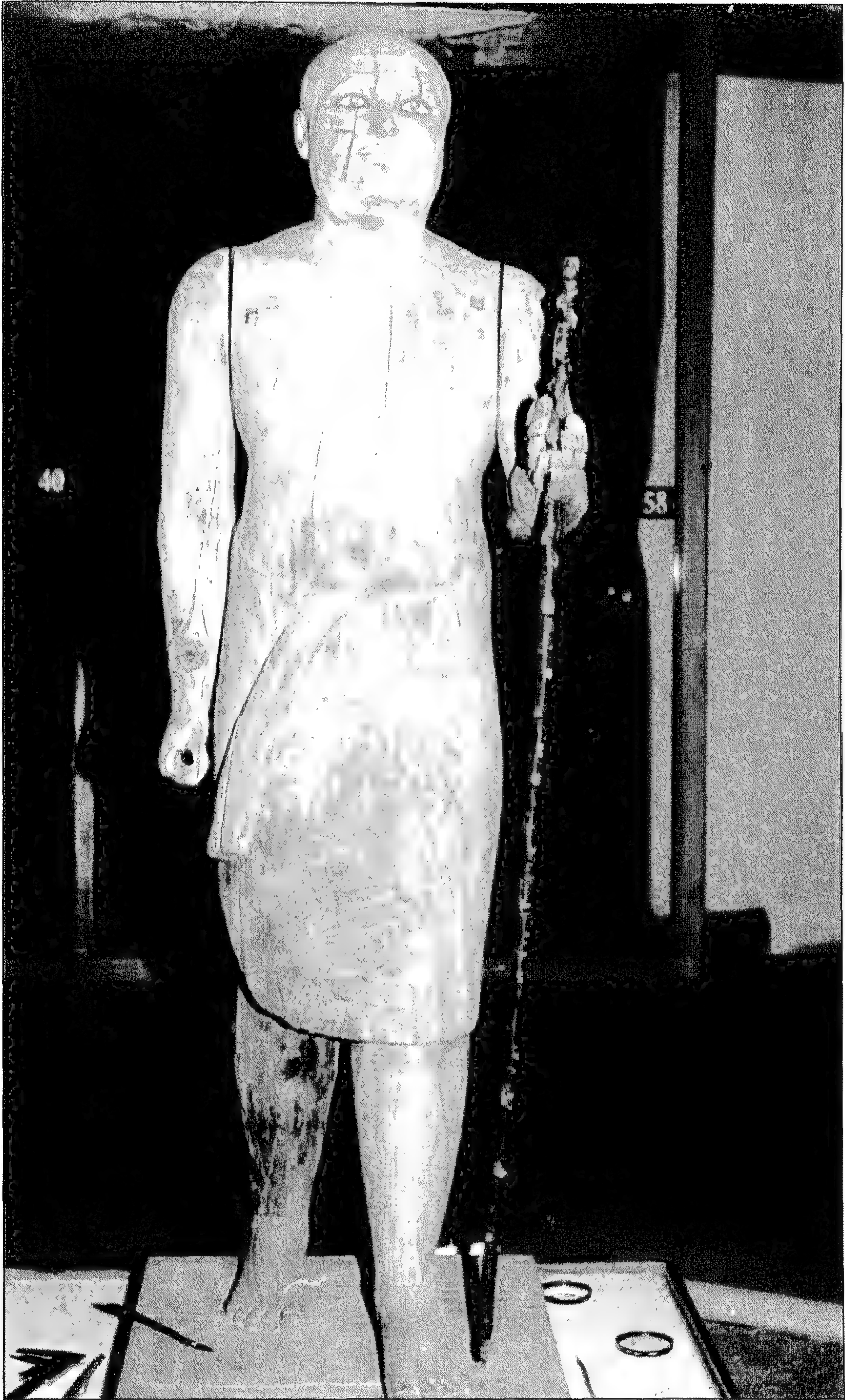
صورة رقم (٣)

توضح الاختلاف الكبير في ملامح وجهي تمثالي « مثنى » فى الهيئة الرسمية [رقم « ٥٠-٧٧ » ارتفاع ٨٩ سم] والعادية [رقم « ٥١-١ » ارتفاع ٦١.٥ سم] - (الأسرة الخامسة - متحف بروكلين - نيويورك) .



صورة رقم (٤ أ - ب)

تمثالا الحجر اللذان عثر عليهما فى مصطبة «رع نفر» وهما يمثلانه فى الهيئتين العادية [رقم JE١٠٠٦٣ - ارتفاع ١٧٨سم] والرسمية [رقم JE١٠٠٦٤ - ارتفاع ١٨٦سم] . [المتحف المصرى - بداية الأسرة الخامسة]



صورة رقم (٥)

تمثال «كاعبر» من الأمام [٢٤ كتالوج].



صورة رقم (٦)

الجانب الأيمن لتمثال «كاعبر»



صورة رقم (٧)

• الجانب الأيسر لتمثال «كاعبر»



صورة رقم (٨)
المنظر الخلفي لتمثال «كاعبر»

صورة رقم (٩)

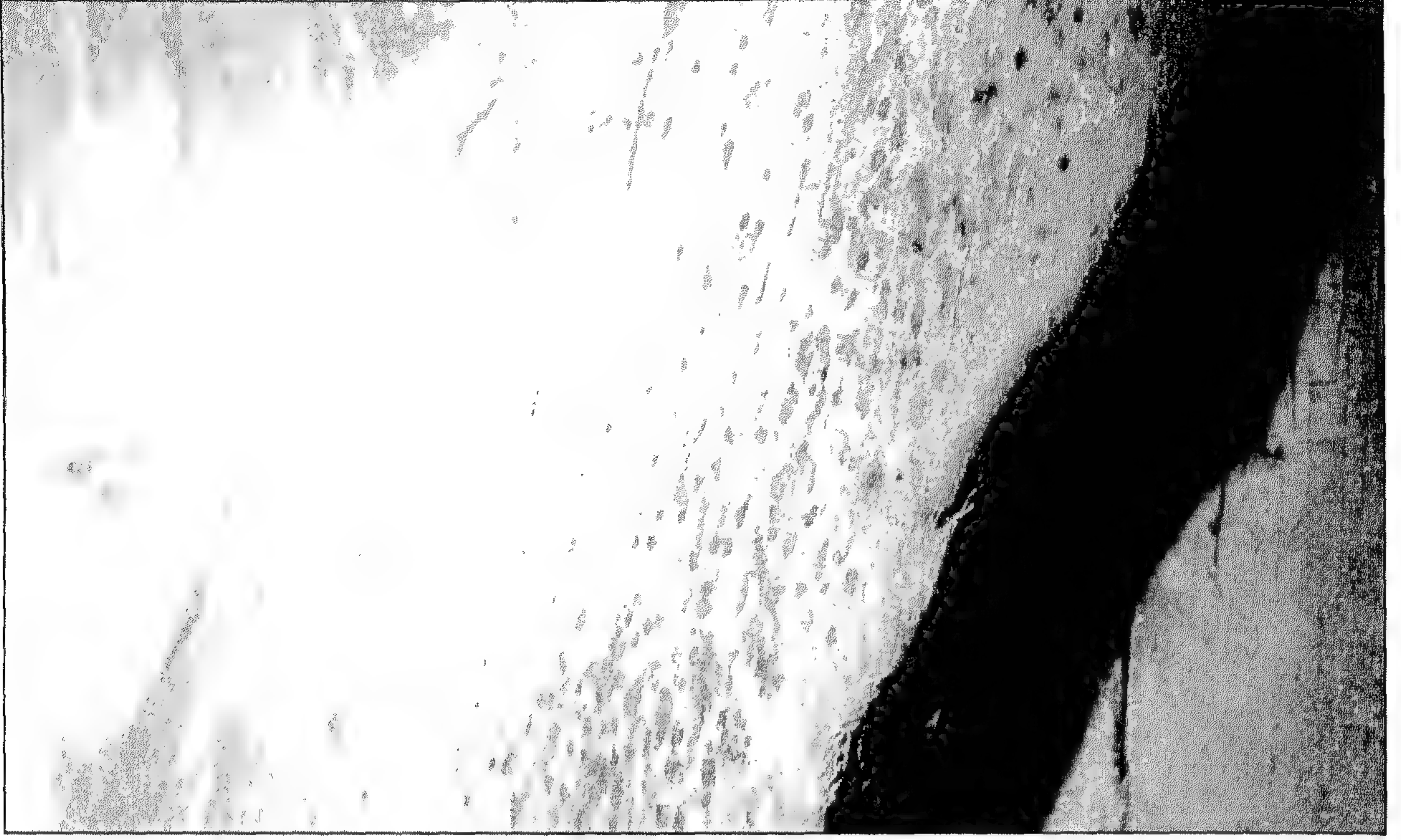
توضح الطبقة المتحولة من سطح
الخشب بالجانب الأيمن لجسم
تمثال «كاعبر» كما يظهر واضحا
العقدة بالذراع الأيمن والشروخ
المحيطة بها .



صورة رقم (١٠)

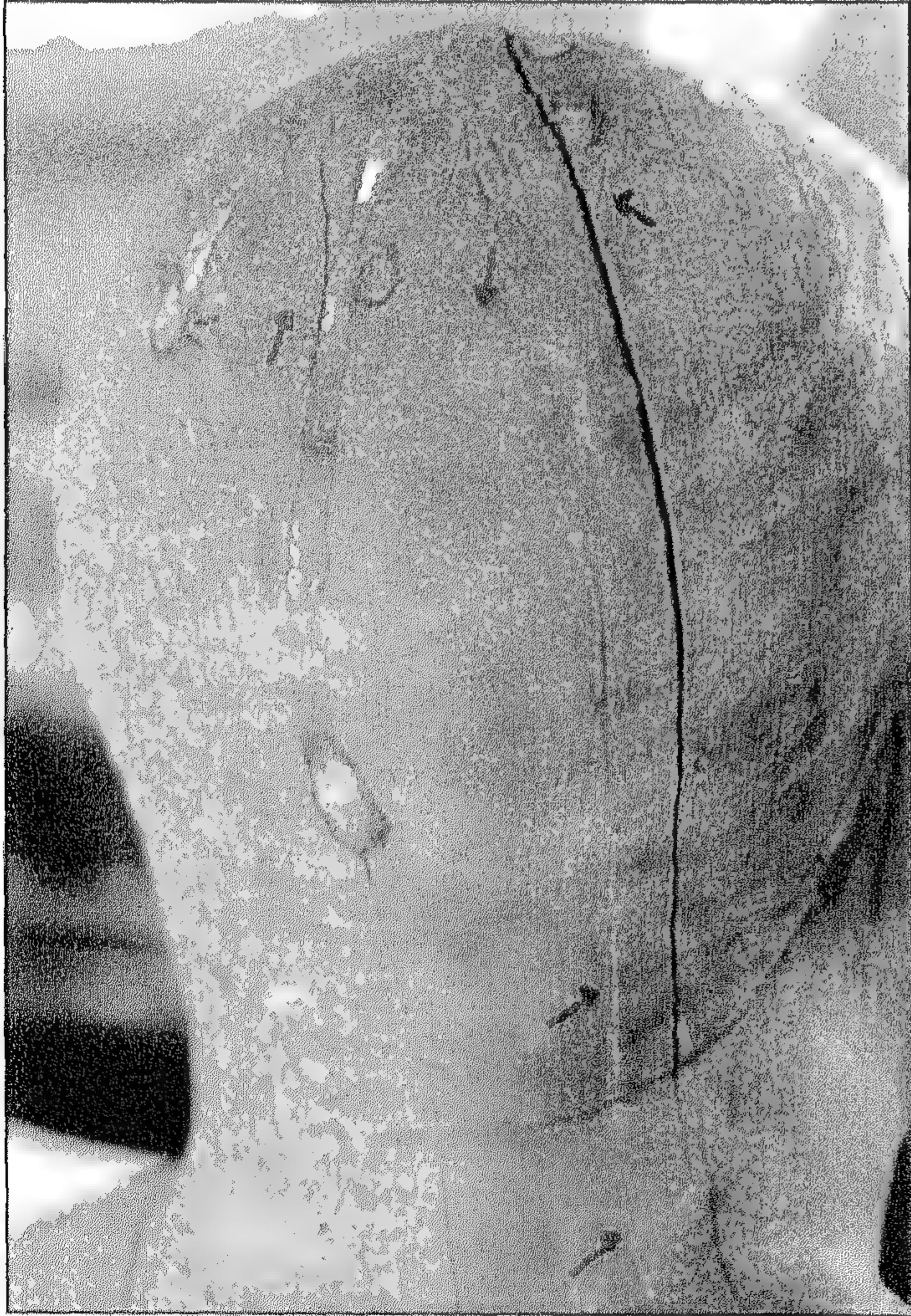
توضح الطبقة المتحولة من سطح
الخشب بالساق اليسرى وأسفل
النقبة من الخلف كما يظهر واضحا
البقع البيضاء بالساق اليمنى للتمثال .





صورة رقم (١١)

توضح جزء من البقع ذات اللون القاتم التي تنتشر على سطح الخشب .



صورة رقم (١٢)

توضح فضلات الطيور التي توجد على شعر تمثال «كاعبر» من الخلف، ويظهر واضحا بعض الخطوط الدقيقة الغائرة المنتشرة بالتمثال .

صورة رقم (١٣)

توضح حالة موضع اتصال ساعد
الذراع الأيسر لتمثال «كاعبر»
بالعضد من الجانب الخارجى .



صورة رقم (١٤)

توضح الحالة المتهورة لقبضة اليد اليسرى ، وكذا الجزء البارز عند موضع اتصال ساعد الذراع الأيسر بالعضد من الداخل .



صورة رقم (١٥)

توضح حالة وجه تمثال «كاعبر»
حيث يظهر واضحا الشرخ والأجزاء
المنفصلة بجانب طبقات الصدا التي
توجد على الإطار المعدني المحيط
بتطعيم العين .



صورة رقم (١٦)

بقايا لون الجسم البني المائل للبرتقالي على أرضية من الجسم والنسيج بأعلى الجانب الأيمن لظهر تمثال «كاعبر» .



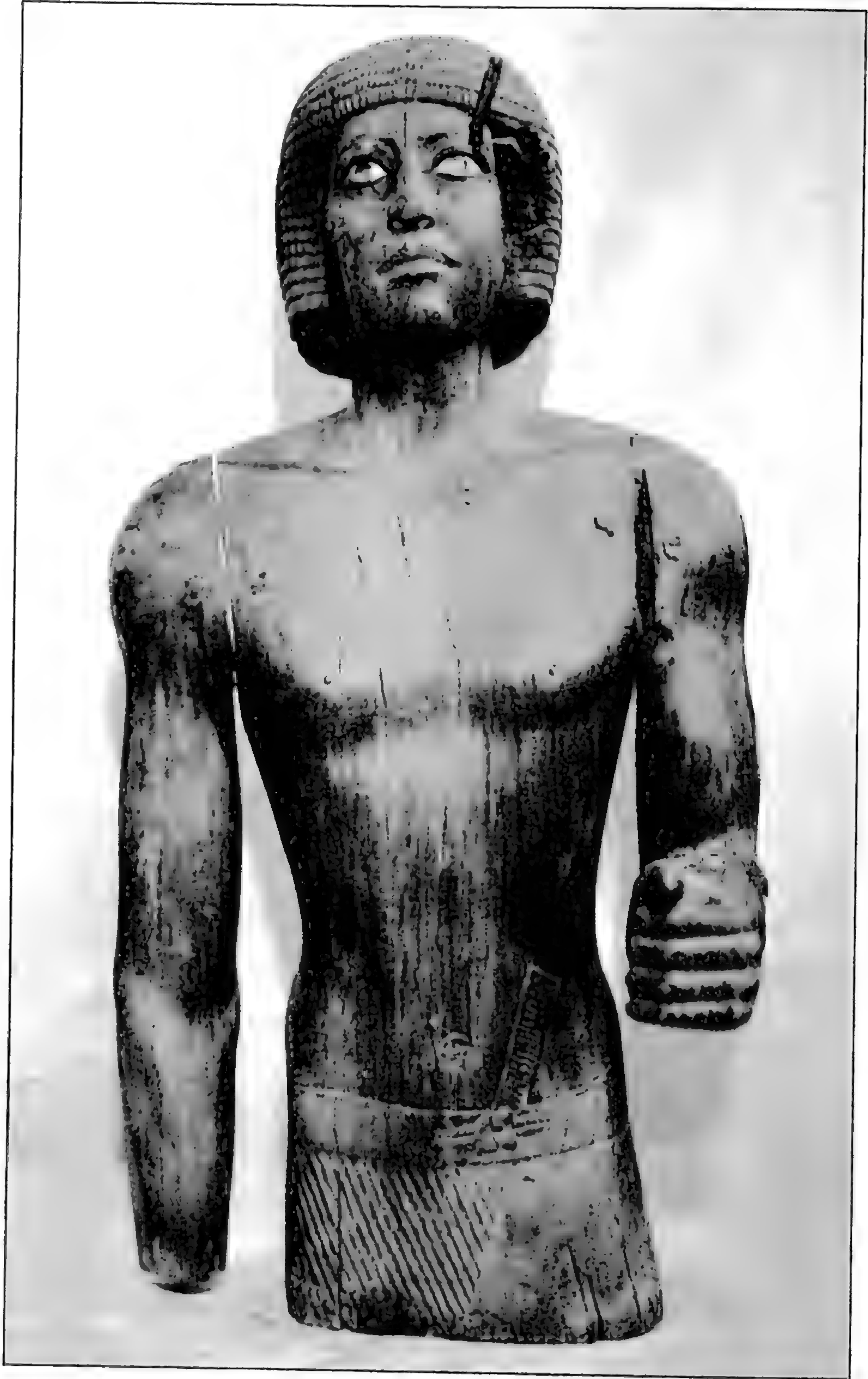
صورة رقم (١٧)

توضح أجزاء سطح الخشب ذات اللون الزاهى أسفل الجانب الأيمن للعنق ويلاحظ وجود بقايا نسيج كما يظهر واضحا أحد الخطوط الدقيقة الفائرة المنتشرة بالتمثال .



صورة رقم (١٨)

أحد الخطوط الدقيقة الفائرة
بالجانب الأيسر للجسم من
الأمام ويلاحظ وجود أجزاء
منتشرة من الطبقة المتحولة
على سطح الخشب .



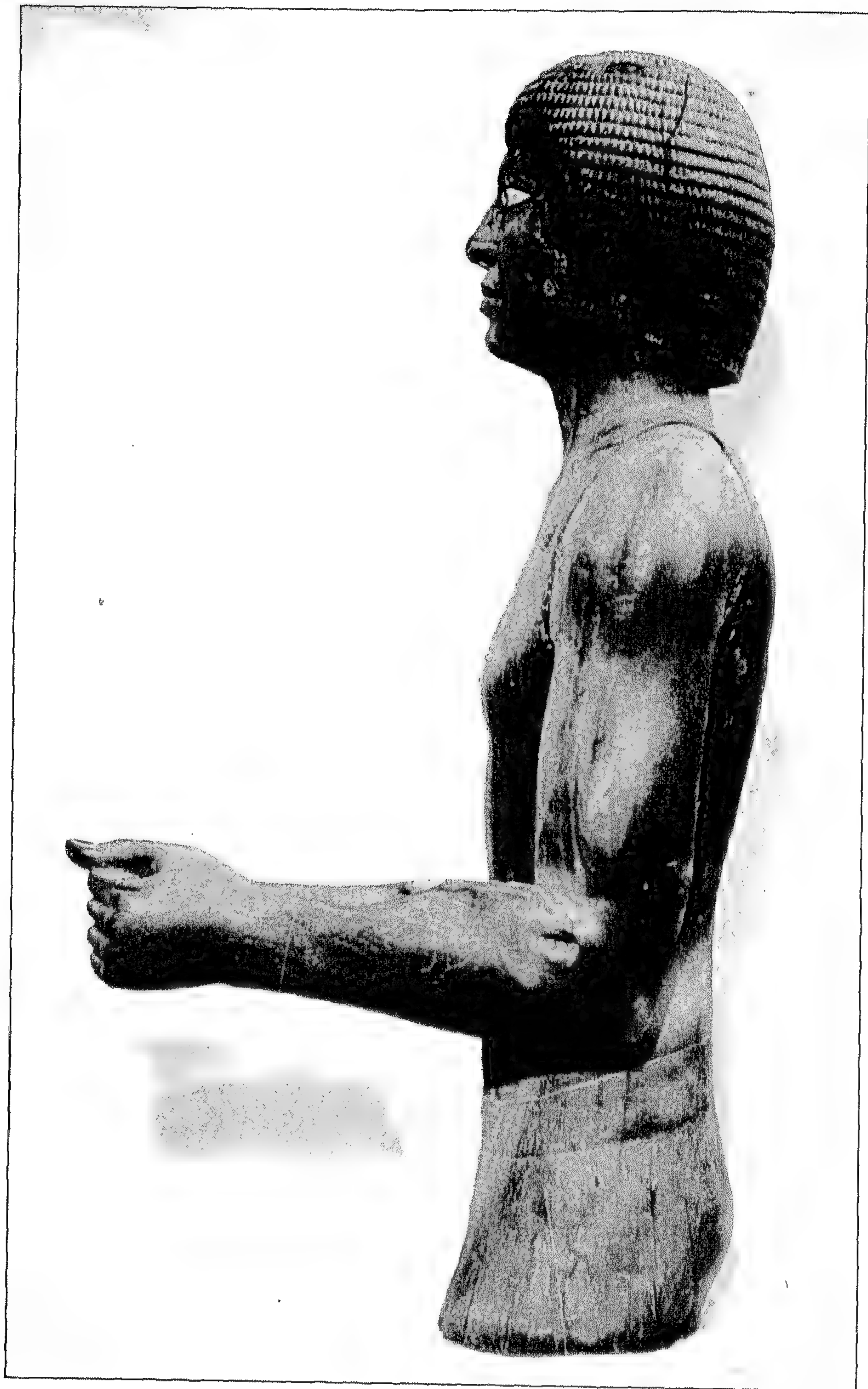
صورة رقم (١٩)

منظر أمامي لتمثال الشاب في الهيئة الرسمية (٣٢ كتالوج) .

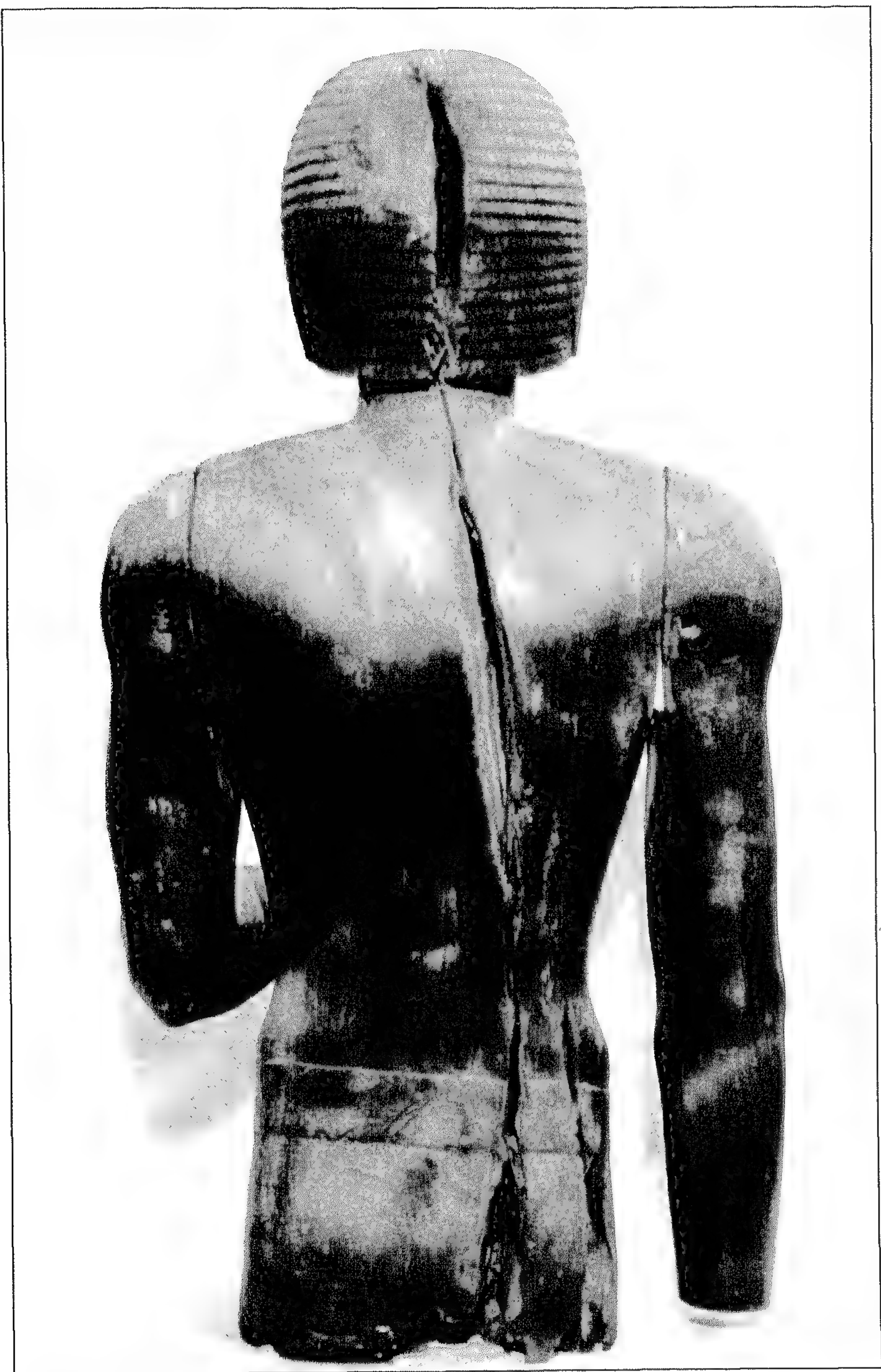


صورة رقم (٢٠)

الجانب الأيمن لتمثال الشاب في الهيئة الرسمية .

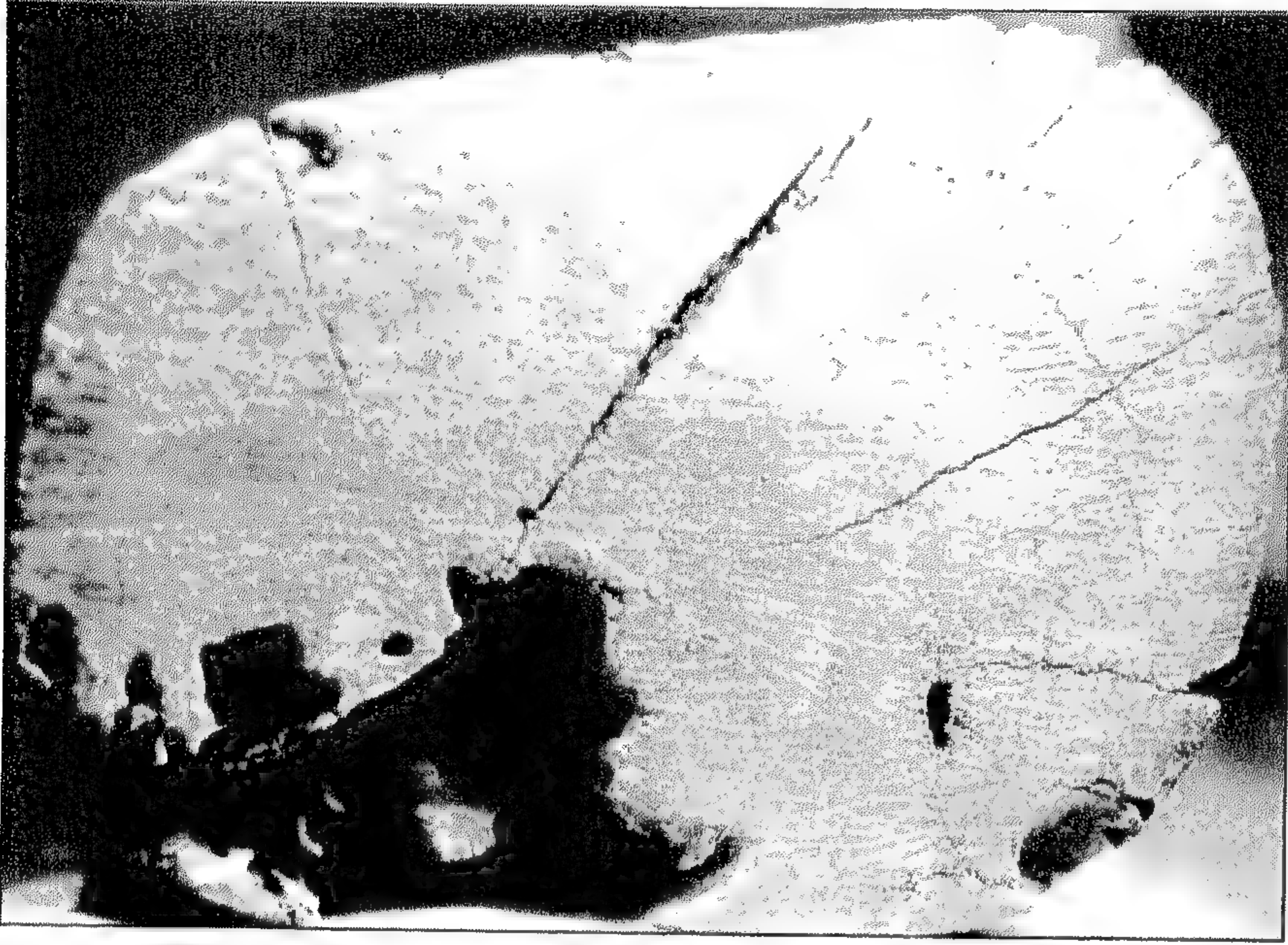


صورة رقم (٢١)
الجانب الأيسر لتمثال الشاب في الهيئة الرسمية .



صورة رقم (٢٢)

المنظر الخلفى لتمثال الشاب فى الهيئة الرسمية .



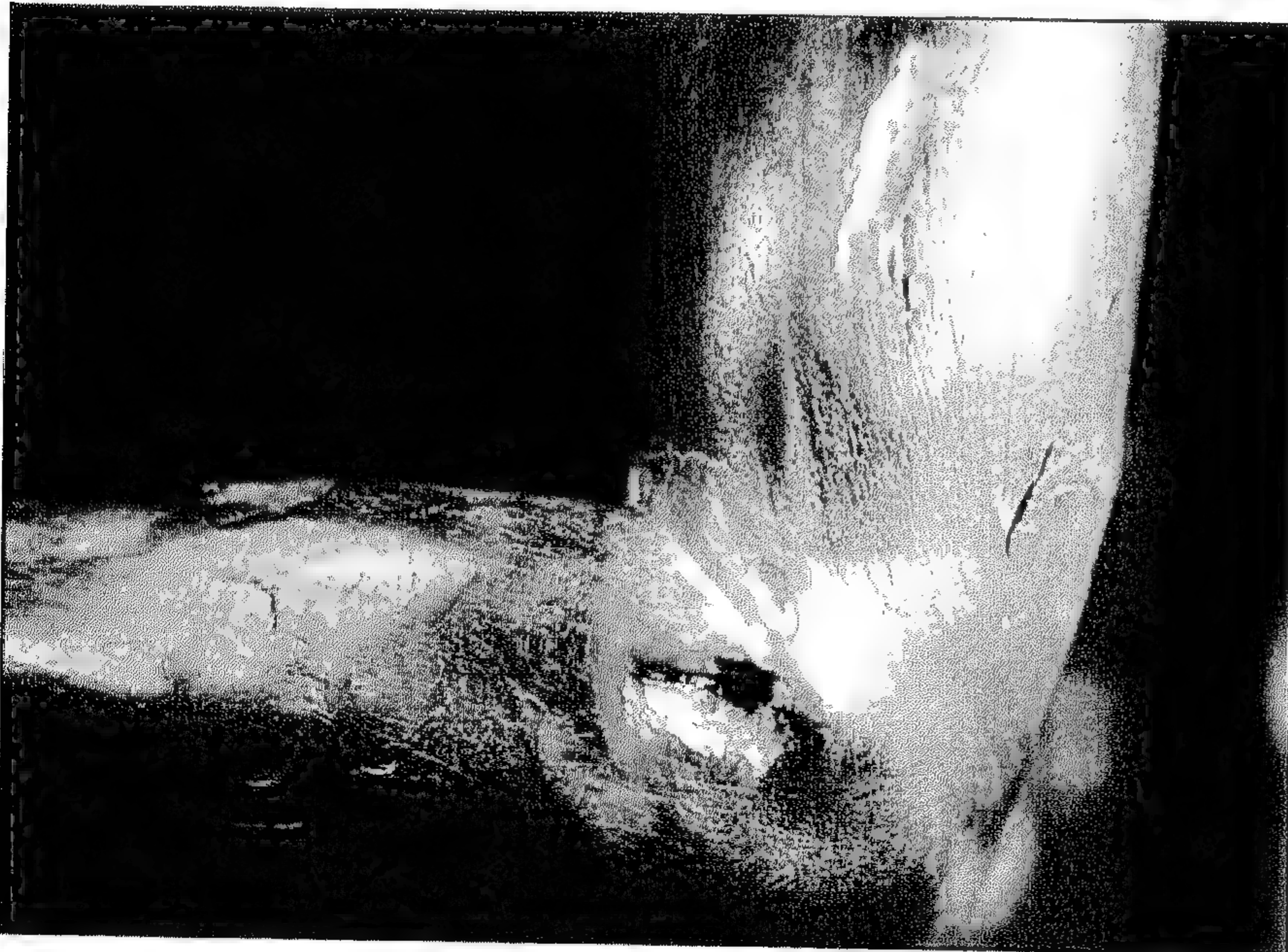
صورة رقم (٢٣)

القطاع العرضي المنشور بتمثال الشاب حيث يظهر واضحا آثار المنشار المستخدم ومدى تغلغل التآكل الحشري بكتلة التمثال .



صورة رقم (٢٤)

توضح القطاع المنشور بالذراع الأيمن لتمثال الشاب وآثار المنشار المستخدم في النشر كما تظهر آثار الوجود الحشري بهذا الجزء .



صورة رقم (٢٥)

بعض أجزاء الخشب ذات اللون البني المحمر التي توجد بالذراع الأيسر ويظهر واضحا التآكل الذي تعرضت له .



صورة رقم (٢٦)

الفراغ الموجود عند خط اتصال الذراع الأيمن لتمثال الشاب بالجسم ويلاحظ الحالة الضعيفة لخابور تثبيت اللسان بالجسم وكذا المادة القاتمة التي توجد حول خابور تثبيت اللسان بالذراع .



صورة رقم (٢٧)

توضح الجزء الخشبي المفقود عند خط اتصال الذراع الأيسر بالجسم . ويظهر واضحا الشروخ التي توجد بكل من خابوري تثبيت الألسن بالذراع والجسم .



صورة رقم (٢٨)

الفراغ الموجود بالجانب الأيسر
لوجه تمثال الشاب ويظهر واضحا
فى الجزء العلوى إمتداد الأجزاء
الخشبية المستخدمة لاستكمال
إمتداده من أعلى قمة الرأس وكذلك
مدى اتساع وعمق الشرخ الممتد
من العين اليسرى .



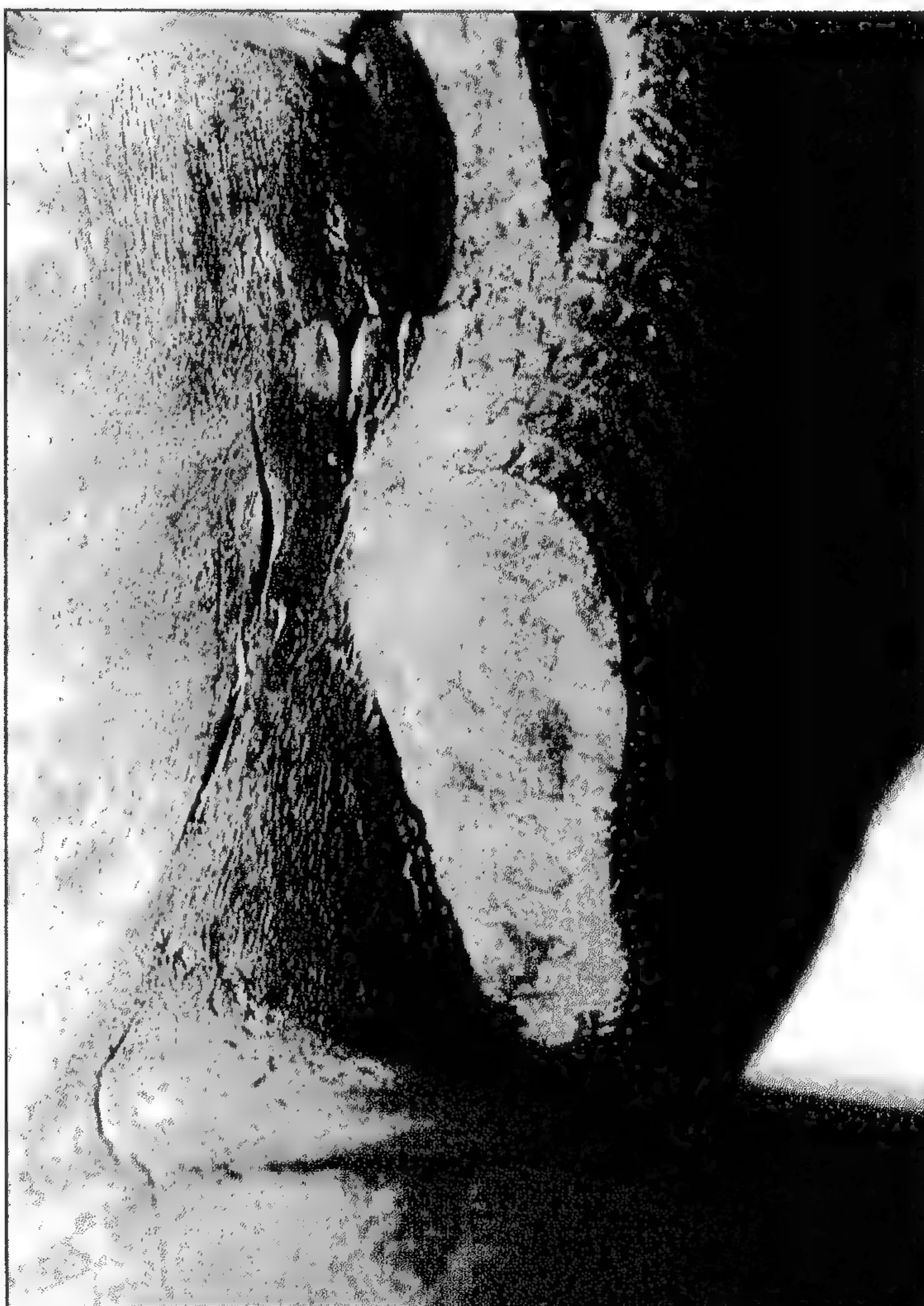
صورة رقم (٢٩)

توضح اتصال الأجزاء الخشبية المستخدمة لاستكمال إمتداد الفراغ السابق مع إمتداد الشرخ الممتد من أعلى تطعيم العين .



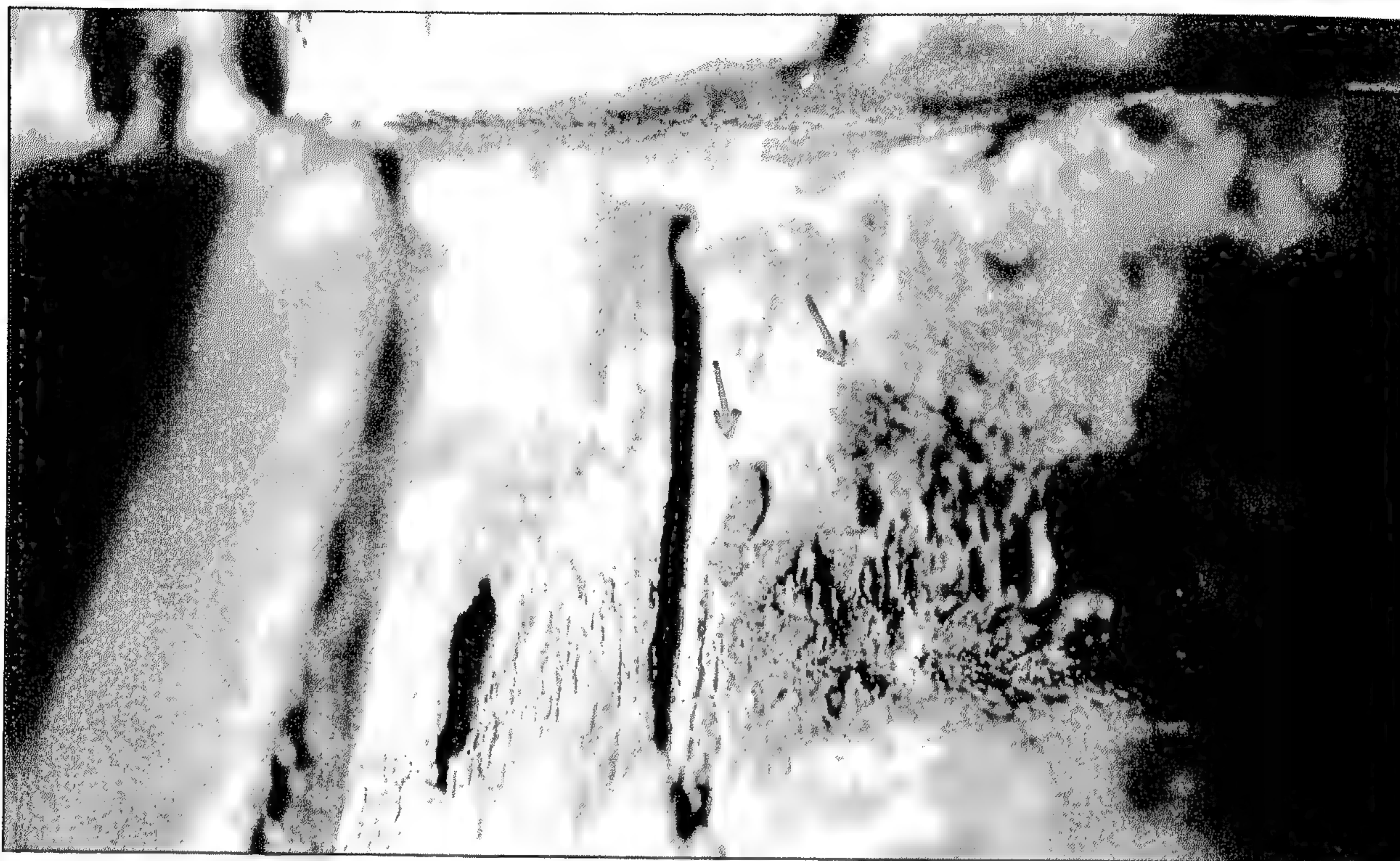
صورة رقم (٣٠)

الفراغ الناتج عن انفصال عقدة خبيثة بالجانب الأيسر للشعر المستعار لتمثال الشاب من الخلف .



صورة رقم (٣١)

توضح السطح الداخلى السفلى
للطرف الأيسر من الشعر المستعار
لتمثال الشاب حيث يظهر واضحا
بقايا اللون الأسود على أرضية من
المعجون البنى المحمر .



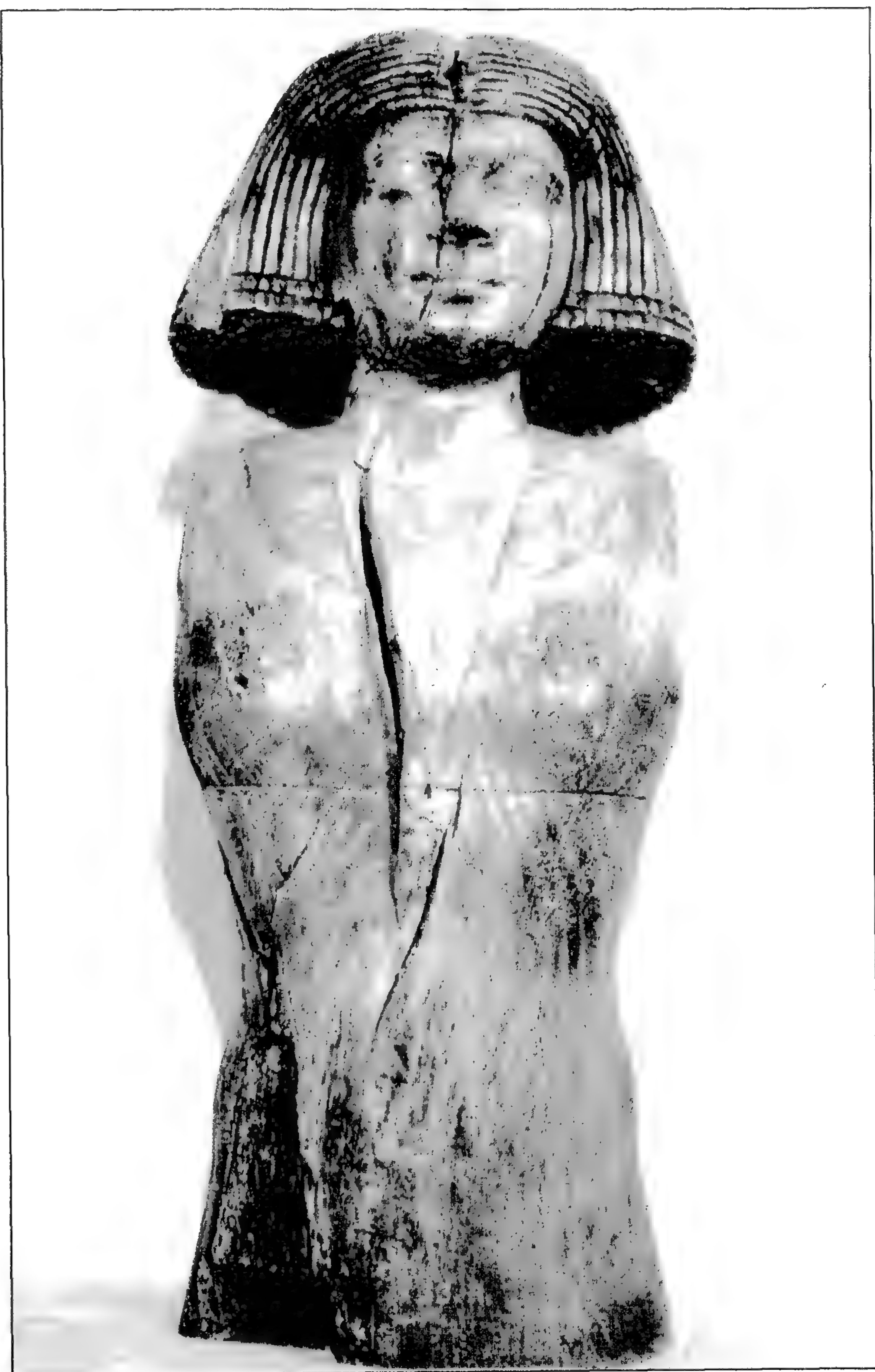
صورة رقم (٣٢)

توضح كل ما تبقى من اللون البنى المحمر لجسم تمثال الشاب بالجانب الأيمن للرقبة من الخلف ويظهر واضحا مدى إمتداد أنفاق التآكل الحشرى .



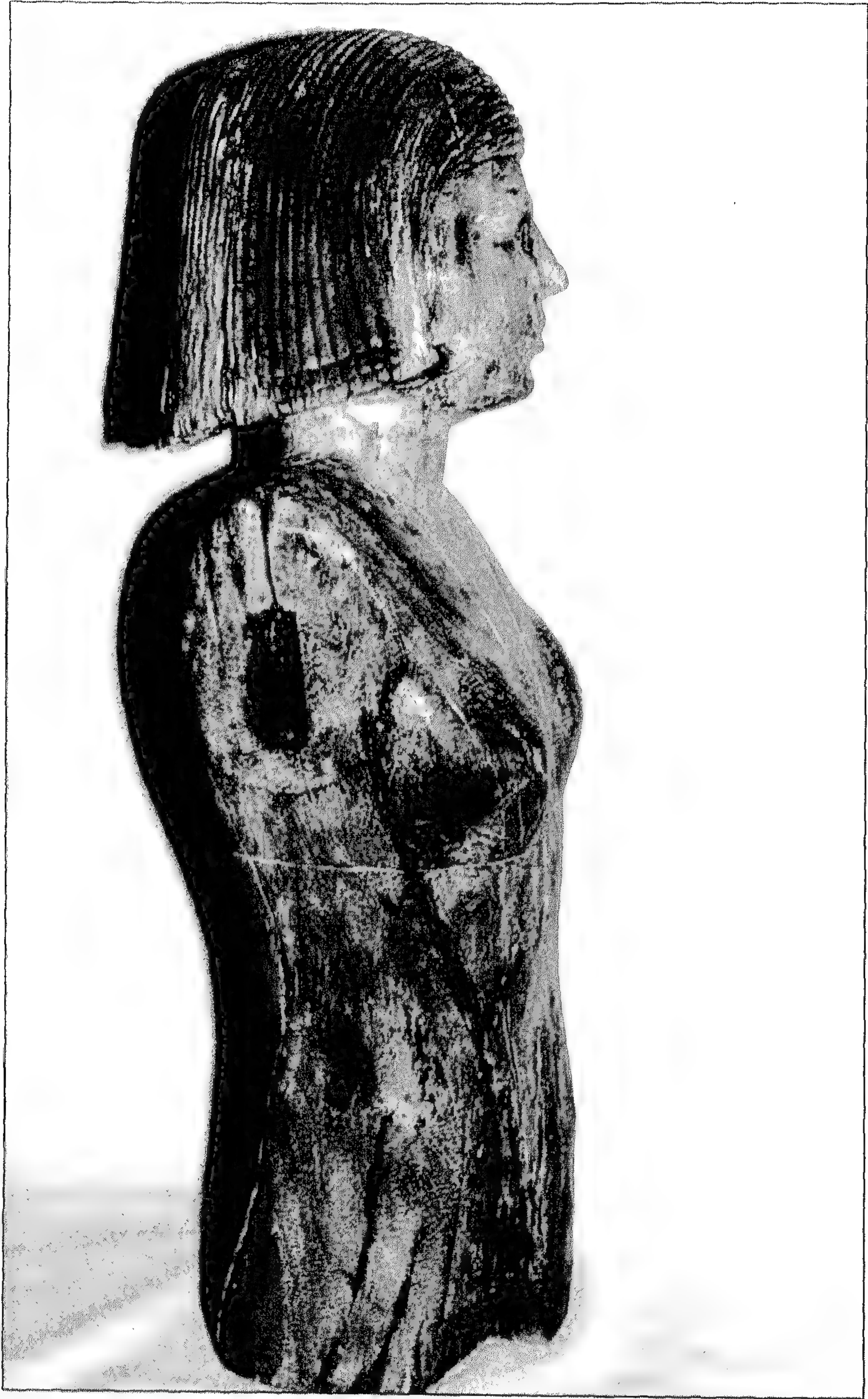
صورة رقم (٣٣)

توضح تفاصيل الصدرية بتمثال الشاب والأجزاء المفقودة منها .



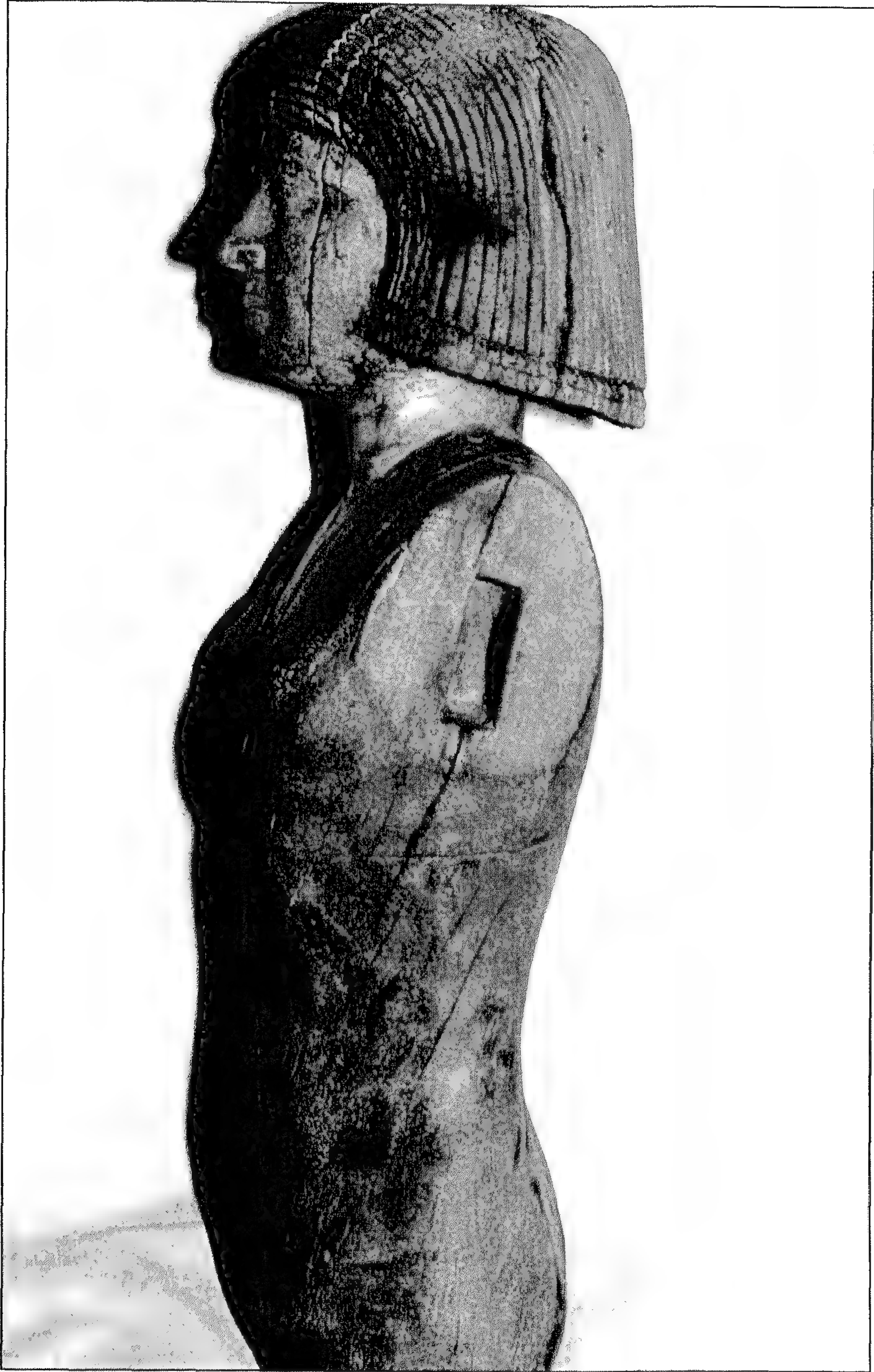
صورة رقم (٣٤)

منظر أمامي لتمثال "زوجة شيخ البلد" (٣٣ كتالوج) .



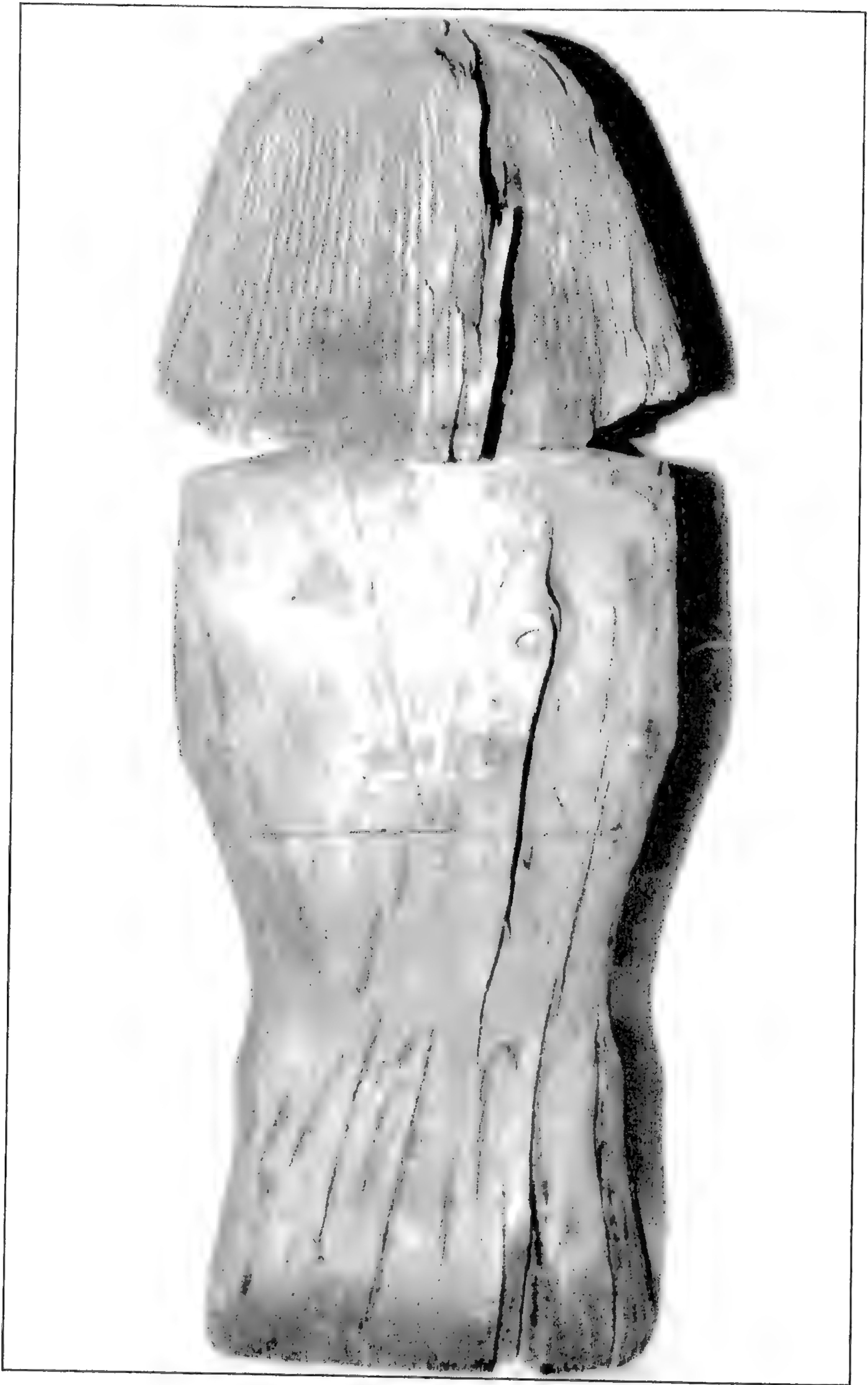
صورة رقم (٣٥)

الجانب الأيمن لتمثال «زوجة شيخ البلد».



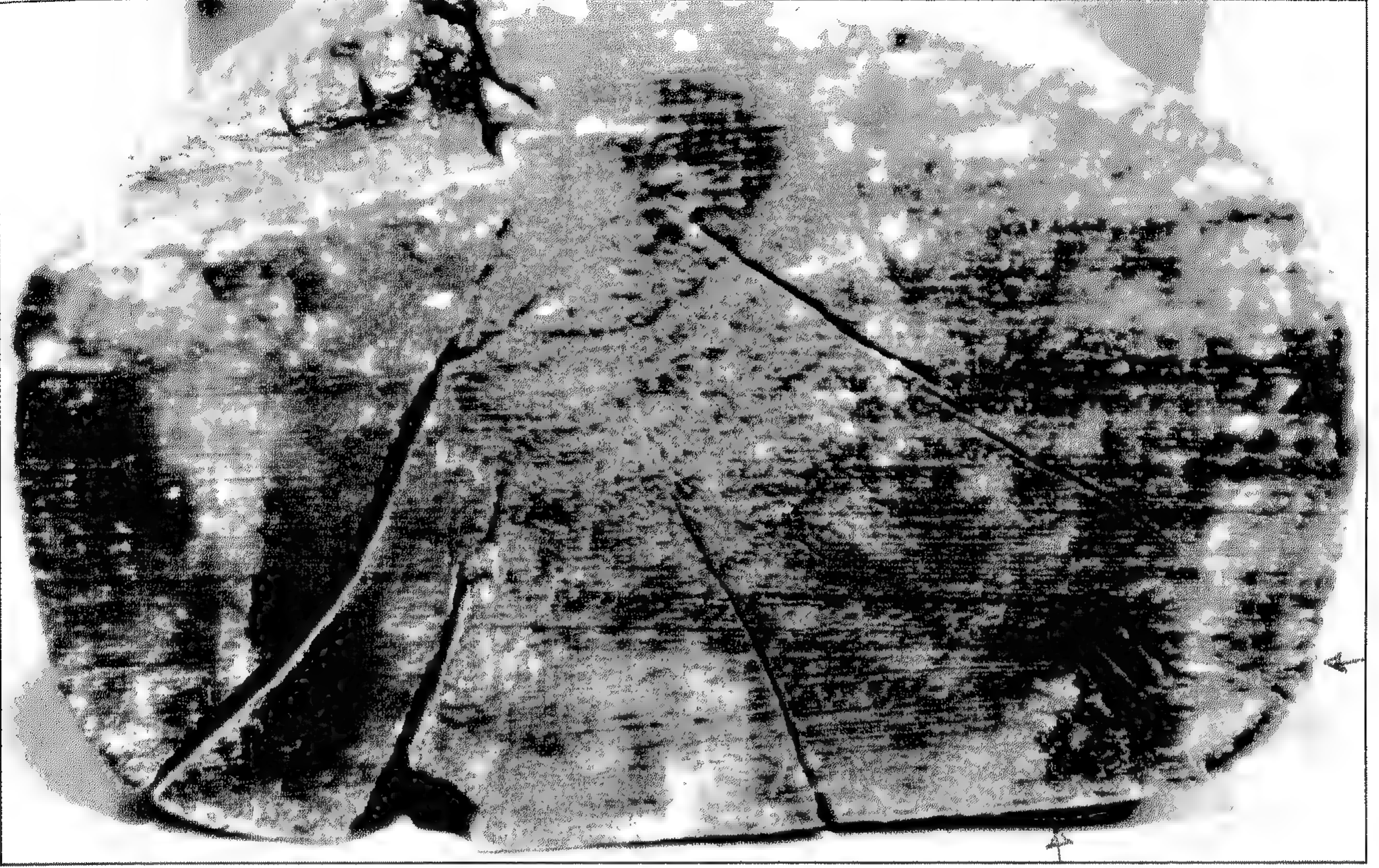
صورة رقم (٣٦)

الجانب الأيسر لتمثال «زوجة شيخ البلد».



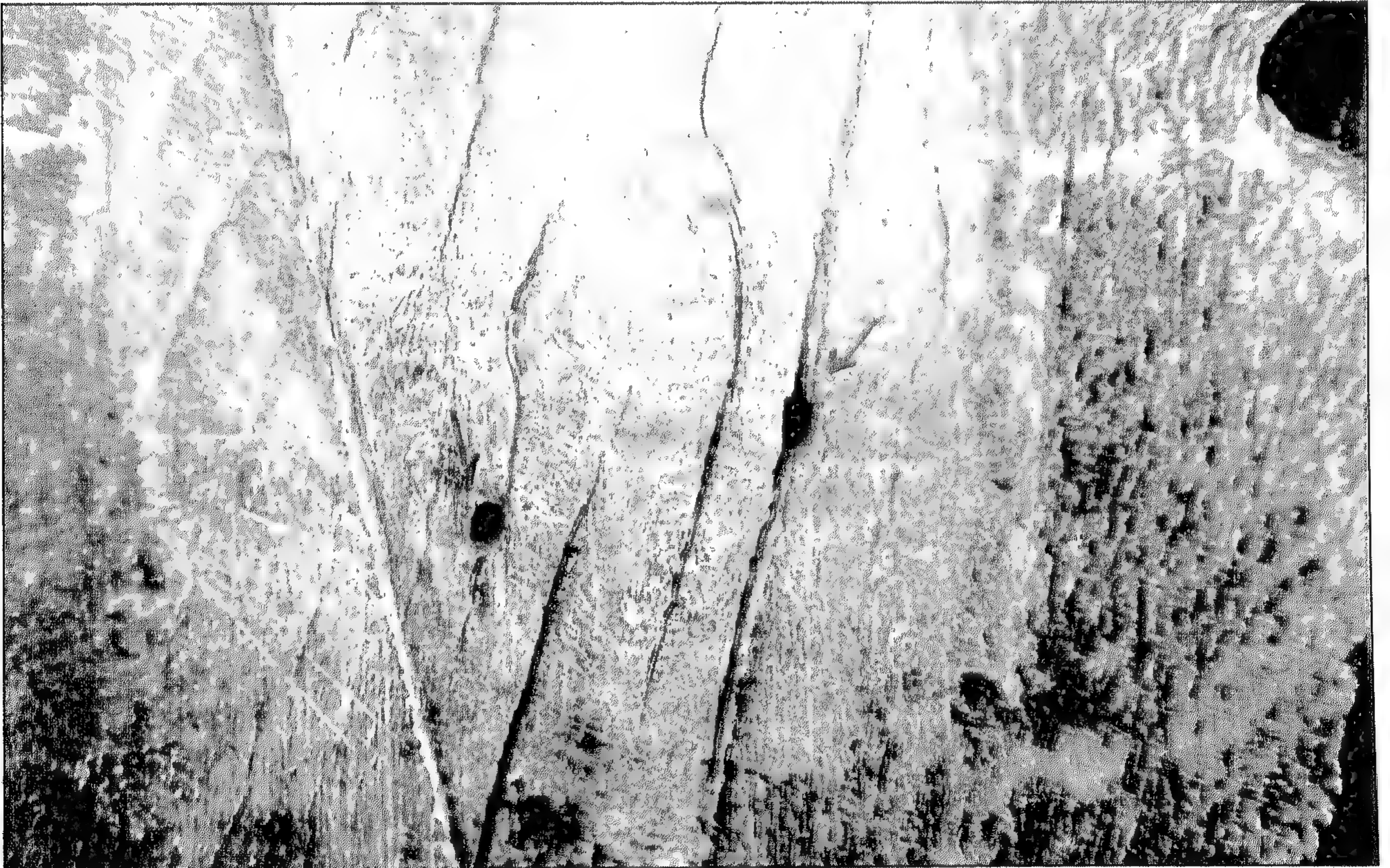
صورة رقم (٣٧)

صورة خلفية لتمثال «زوجة شيخ البلد».



صورة رقم (٣٨)

القطاع العرضي المنشور بتمثال «زوجة شيخ البلد» حيث يظهر واضحا علامات المنشار المستخدم وبقع وتسيلات المادة البيضاء المعتمة ، بجانب آثار الأصابات الحشرية [عند الأسهم] .



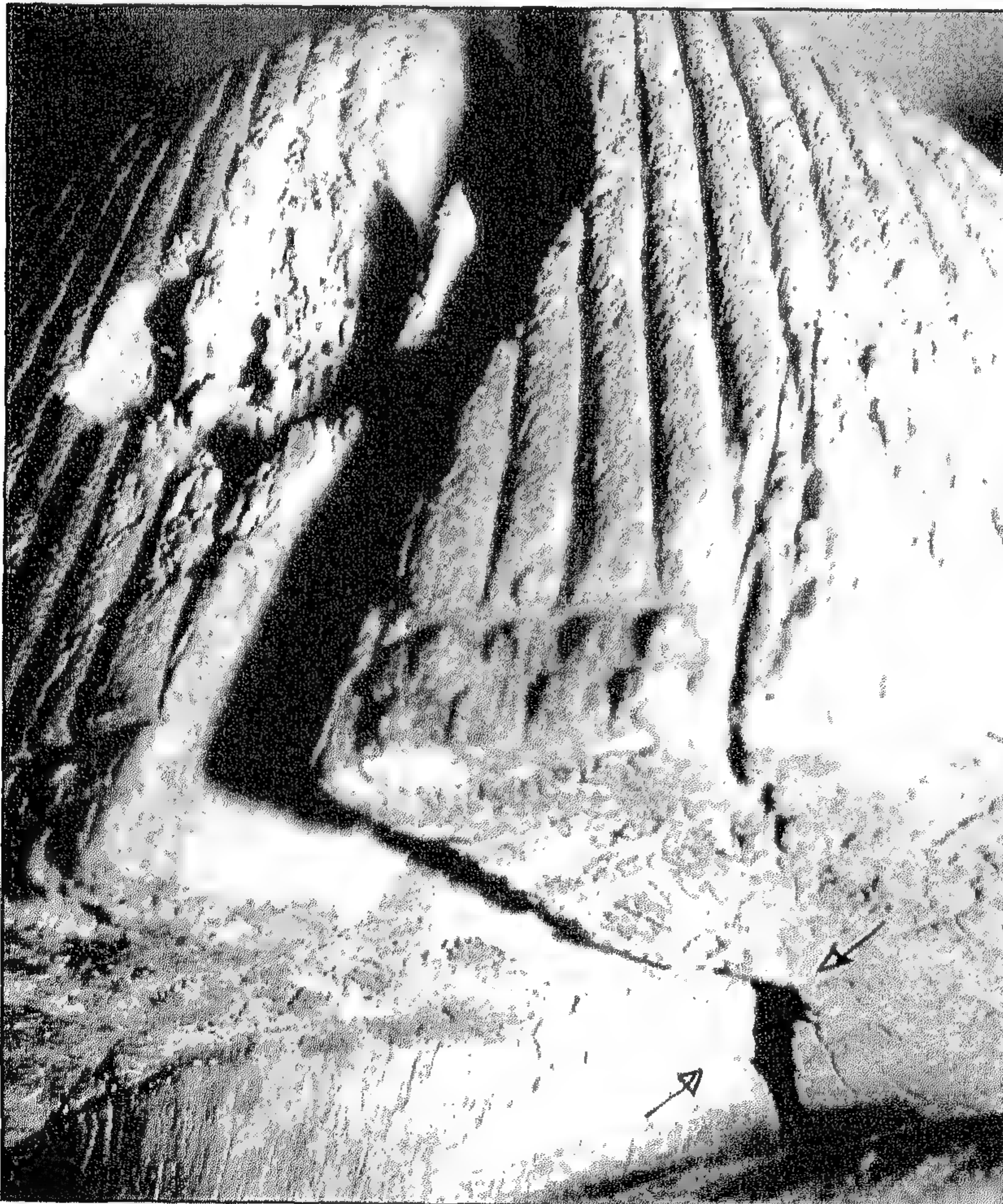
صورة رقم (٣٩)

توضح الطبقة البيضاء المعتمة التي تخفى تفاصيل الجزء المدلى من نهايتى الصدرية من الظهر ، وكذا مظهر الثقوب الناتجة عن الأصابة بالحشرات .



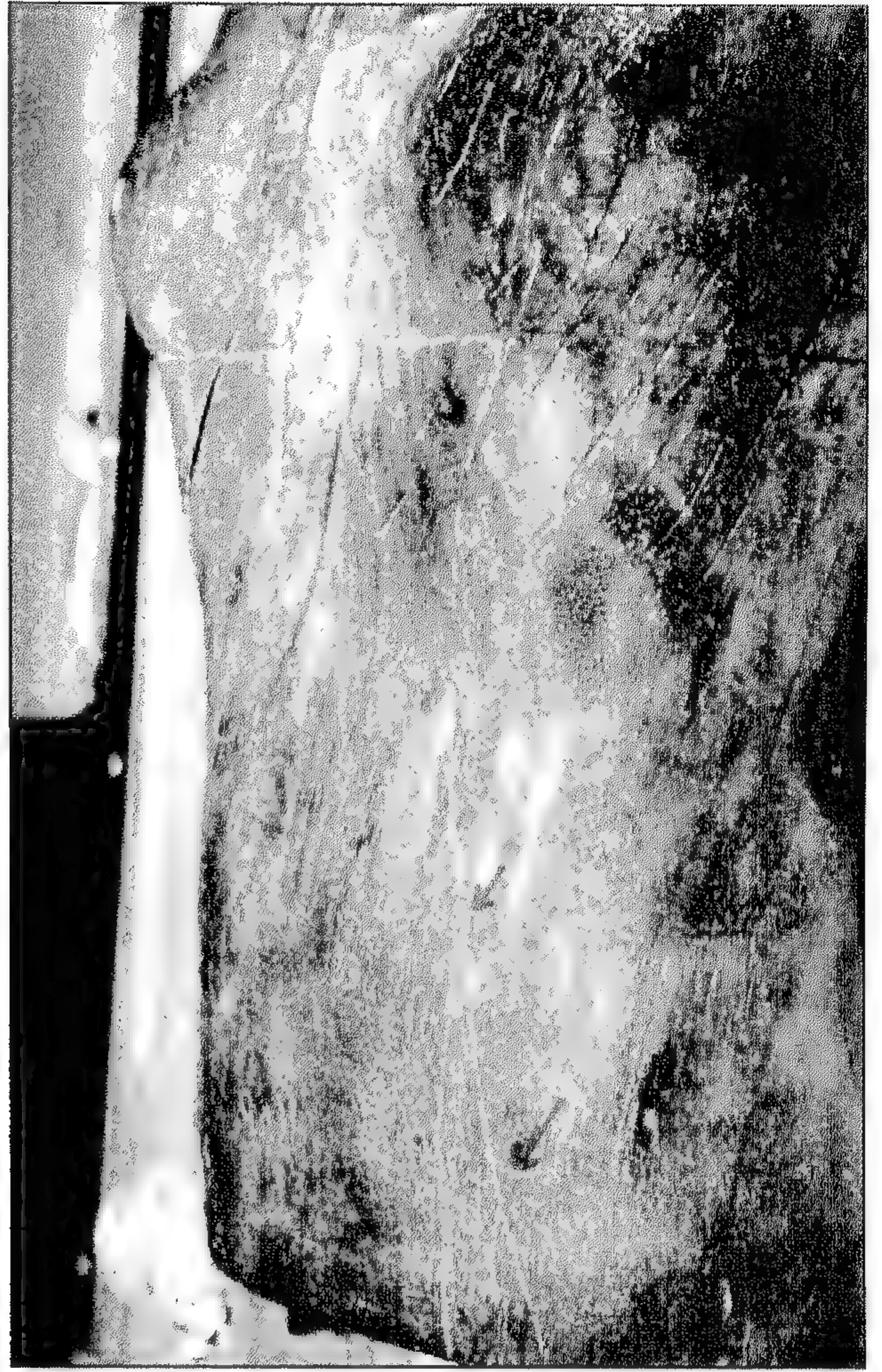
صورة رقم (٤٠)

توضح الطبقة البيضاء المعتمة التي تغطي تفاصيل الوجه ويشير السهم إلى تواجدها فوق الأجزاء المفقودة من سطح الخشب وداخل الشرح بمنتصف الشعر والذي يستمر بالوجه والرقبة والشعر المستعار من الخلف .



صورة رقم (٤١)

توضح امتداد الشرح السابق بالشعر المستعار من الخلف .



صورة رقم (٤٢)

توضح الخطوط الفائرة غير المنتظمة التي توجد على جانبي تمثال السيدة من الأمام والخلف والنتيجة عن عمليات صب قالب عليه .

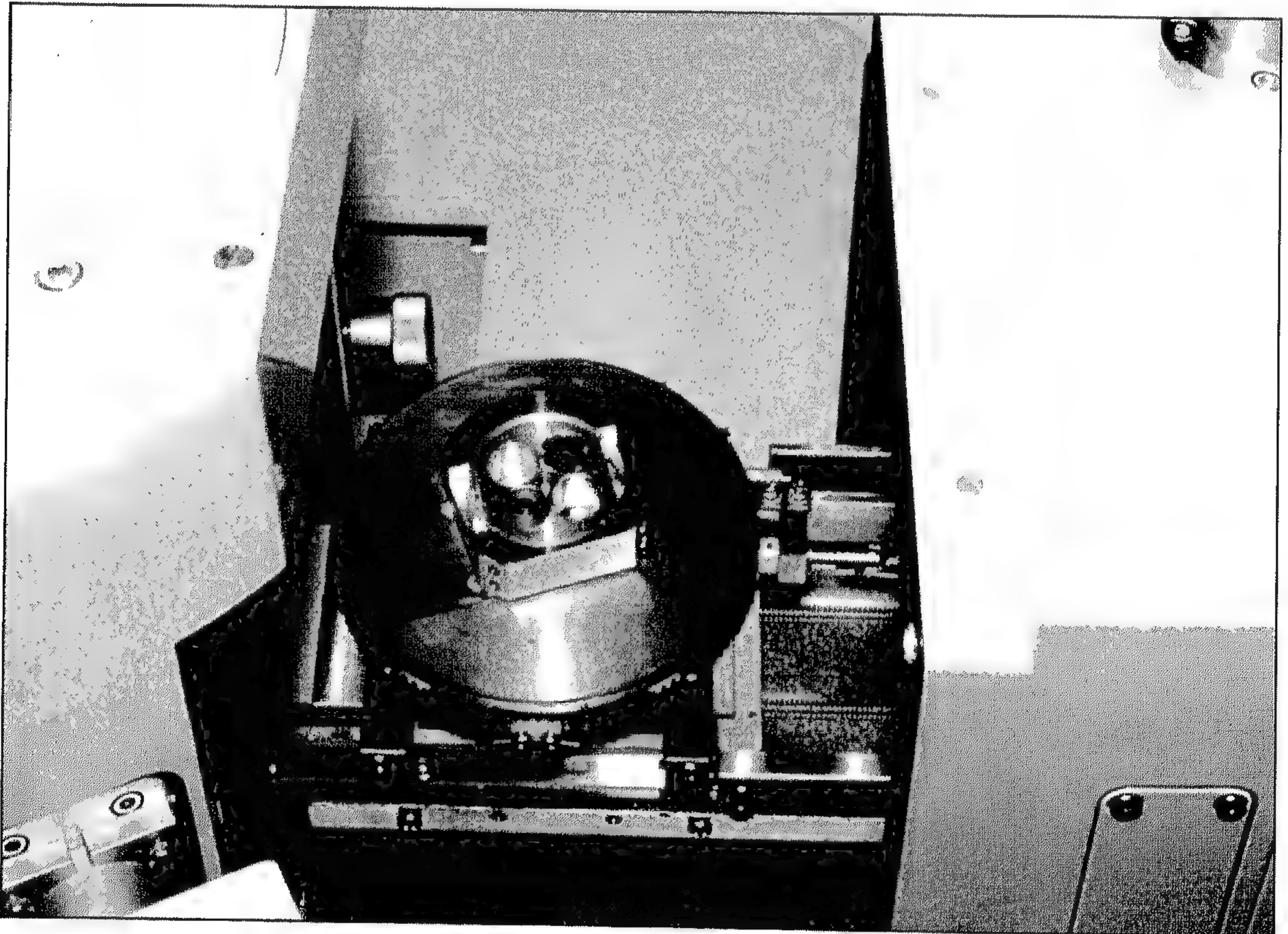
٤



صورة رقم (٤٣)

توضح بقايا اللون الأسود داخل
تجاعيد الشعر المستعار بتمثال
السيدة من الخلف .

[صورة بالاستريوميكروسكوب]
[تكبير X١٦] .



صورة رقم (٤٤ أ-ب)

توضح الميكروسكوب الإلكتروني الماسح Scanning Electron Microscope JEOL - JSM - 5400LV الذي استخدم في عمليات فحص التركيب الداخلى الدقيق لعينات الأخشاب وكيفية تثبيت حامل العينة فى موضعه .

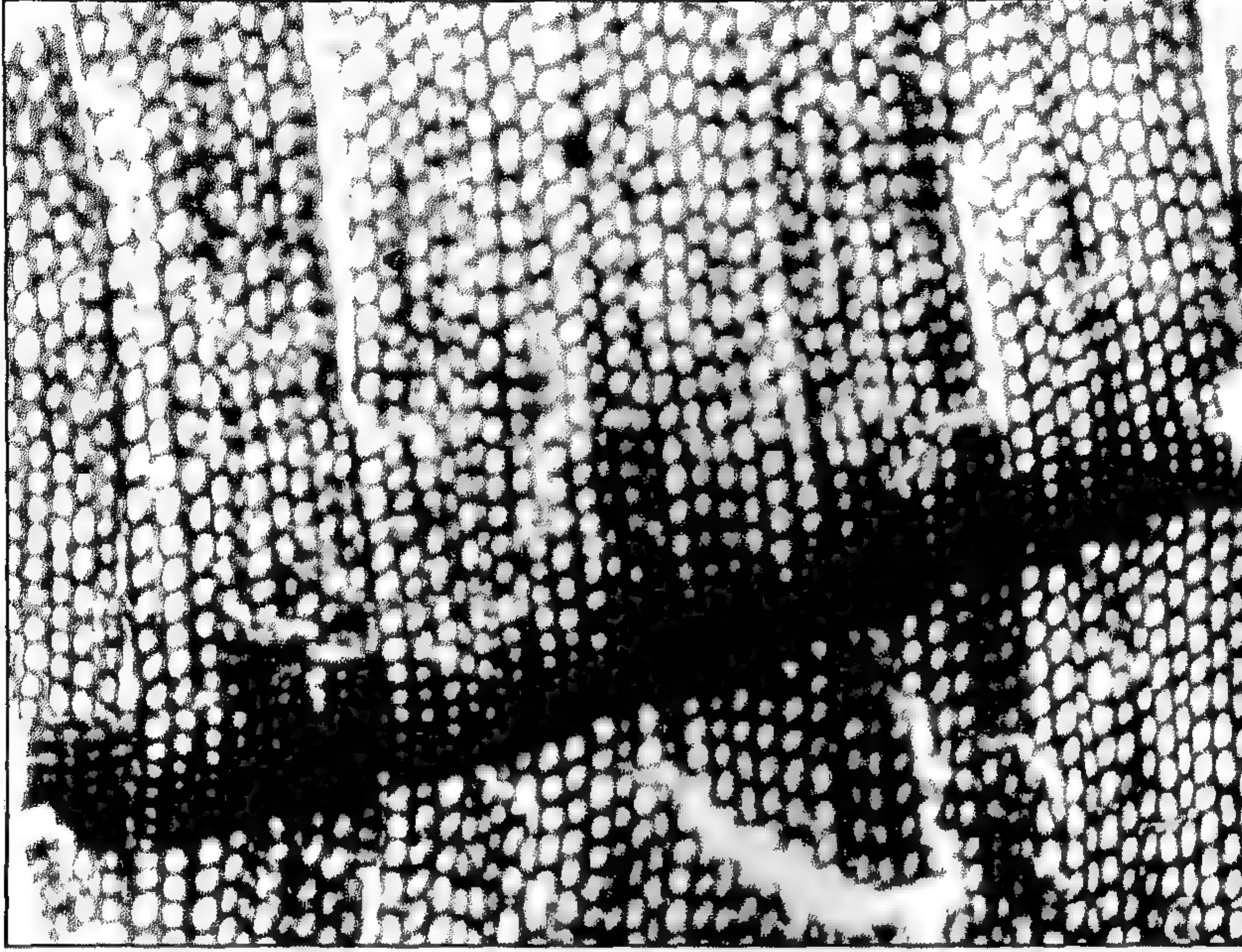
صورة رقم (٤٥)

صورة مكبرة لعينة من طبقة الصدرية بتمثال
الشباب ويلاحظ اللون الأزرق المخضر الذي
يوجد أسفل الطبقة القاتمة .
[صورة بالاستريوميكروسكوب]
[تكبير X٤٠]



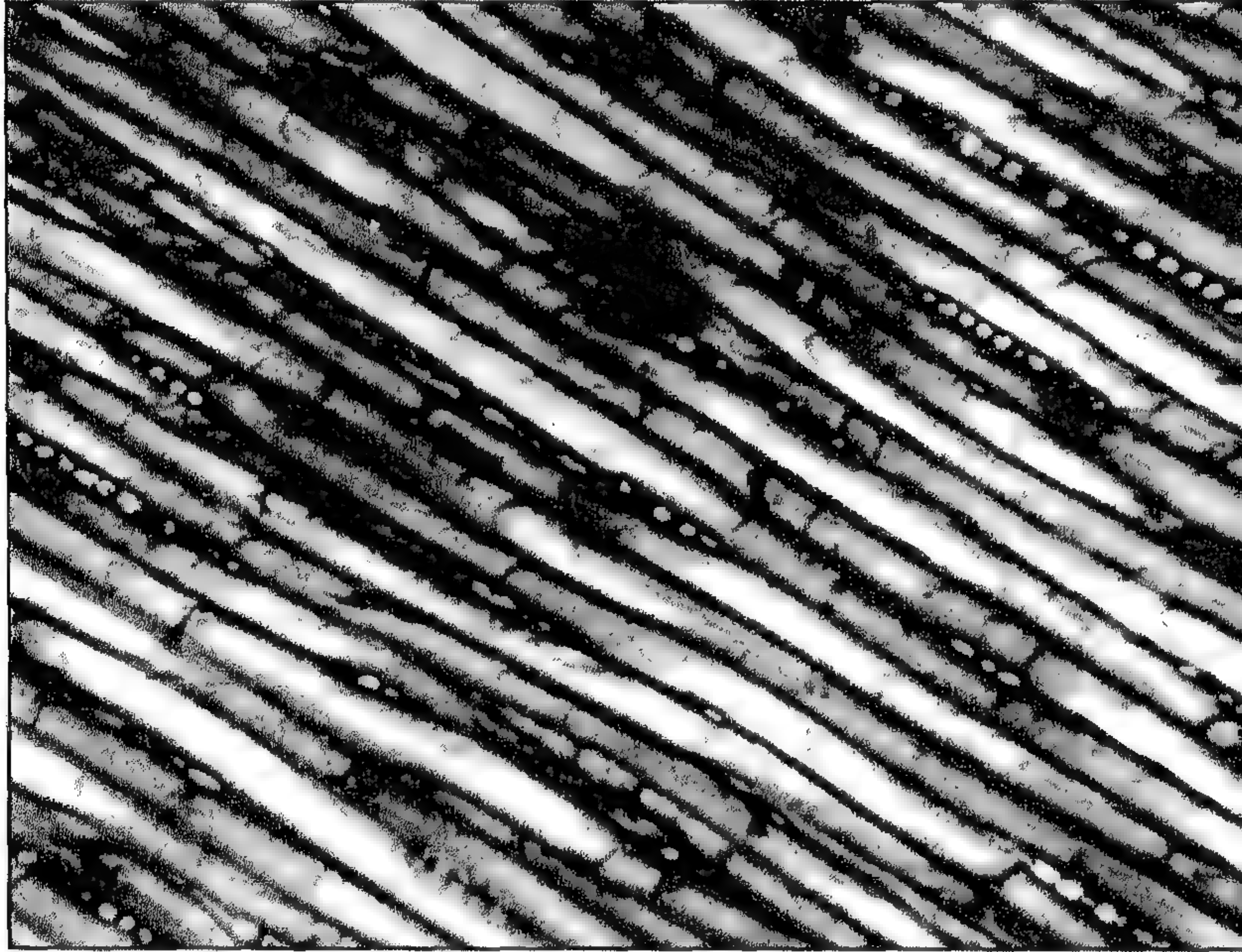
صورة رقم (٤٦ أ - ب)

صورة مكبرة للسطح الأمامي والخلفي للعينة الأولى من تمثال « زوجة شيخ البلد » توضح اللون الأسود للسطح الأمامي (على اليمين) مع وجود بقايا
من مادة بيضاء أقصى اليمين بينما السطح الخلفي ذو لون بني محمر (على اليسار) .
[صورة بالاستريوميكروسكوب - تكبير X٤٠]



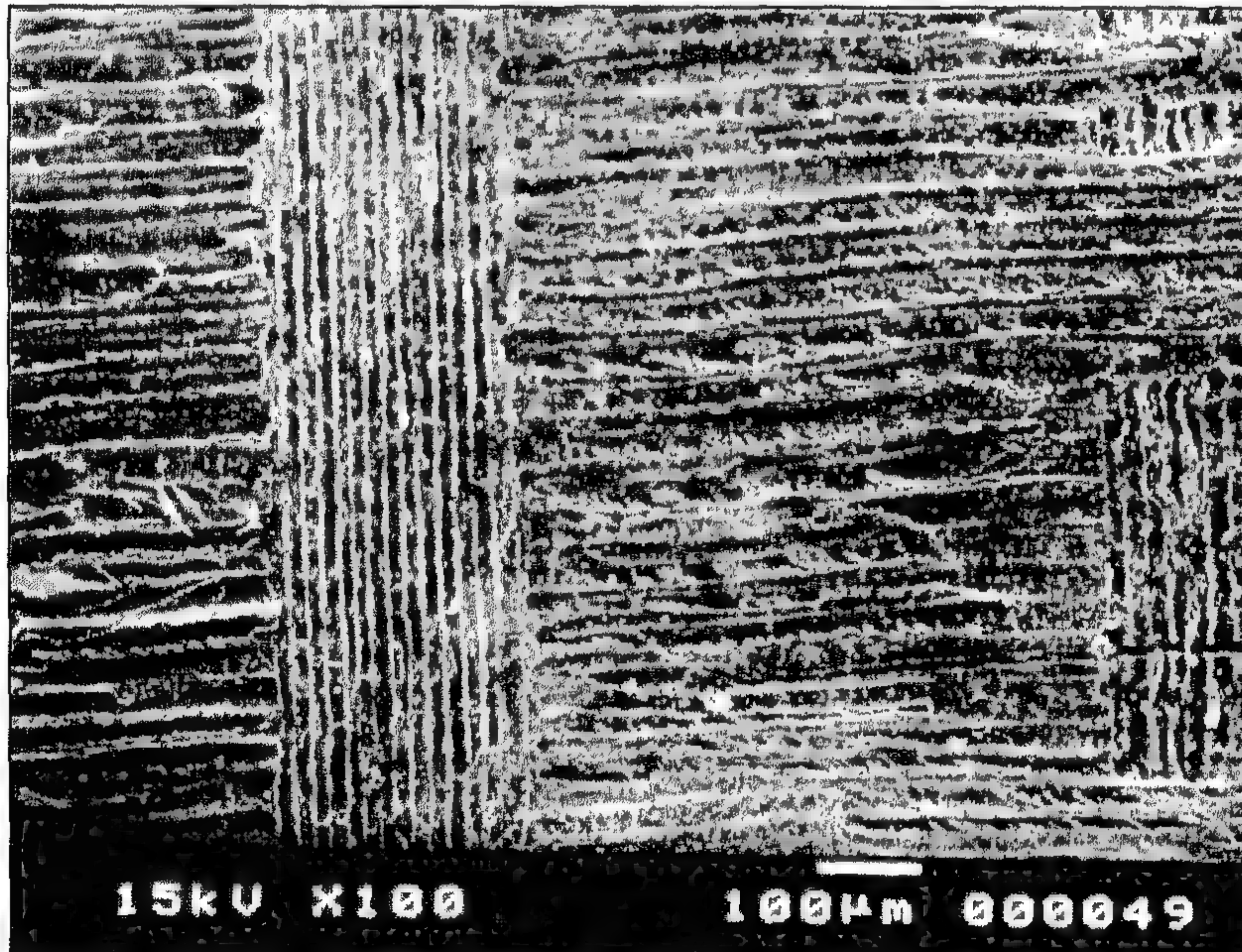
صورة رقم (٤٧)

قطاع عرضى فى عينة خشب من
تمثال «كاعبر» يوضح الفرق الواضح
بين الخشب المبكر والخشب المتأخر
مع غياب قنوات الراتنج .
[صورة بالميكروسكوب الضوئى]
[تكبير X100]



صورة رقم (٤٨)

قطاع طولى مماسى فى العينة
السابقة يوضح الأشعة أحادية
التسلسل .
[صورة بالميكروسكوب الضوئى]
[تكبير X100]

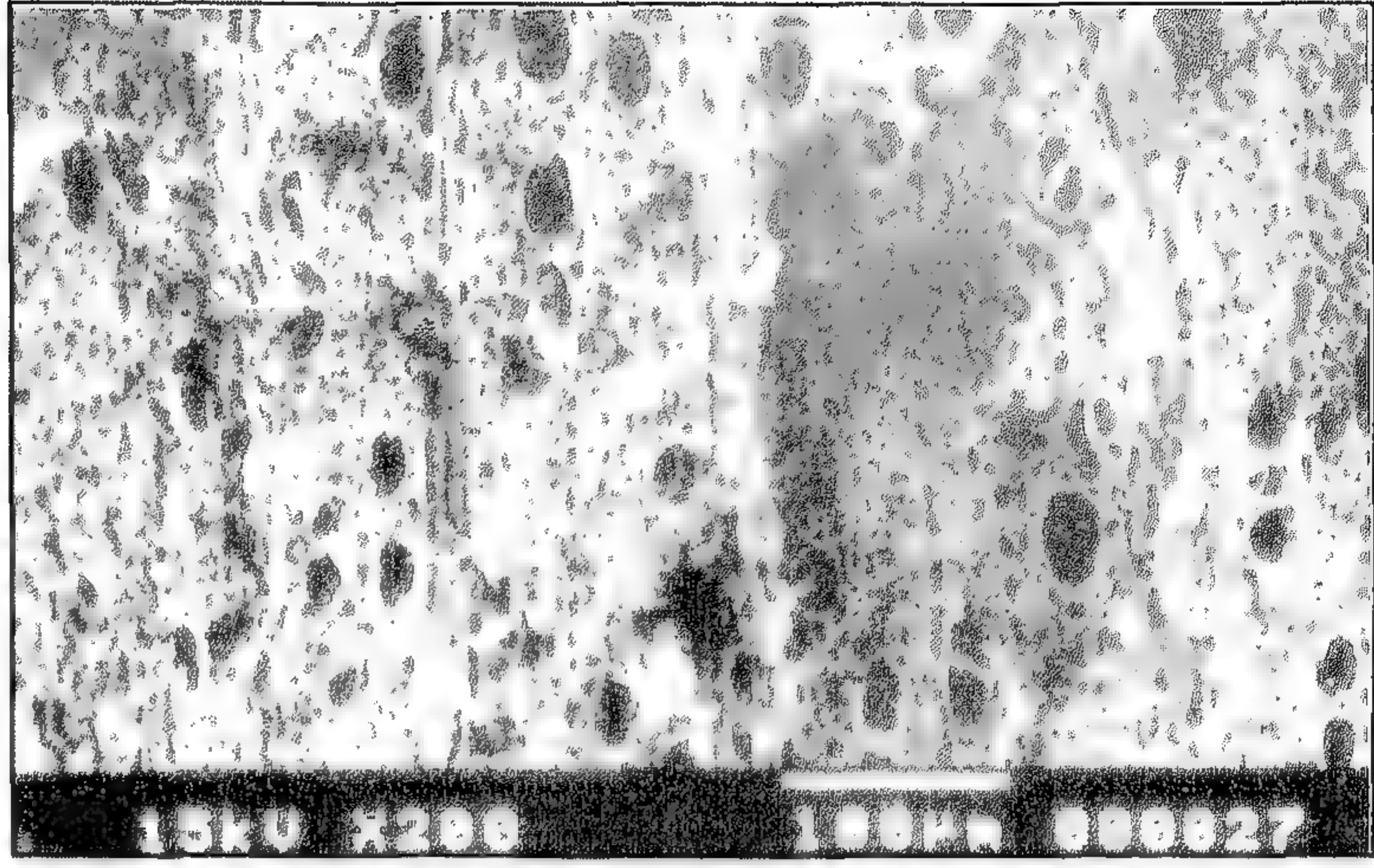


صورة رقم (٤٩)

قطاع طولى قطرى فى العينة
السابقة يوضح الأشعة النخاعية
وبرانشيمية الخشب .
[صورة بالماسح الالكترونى]
[تكبير X100]

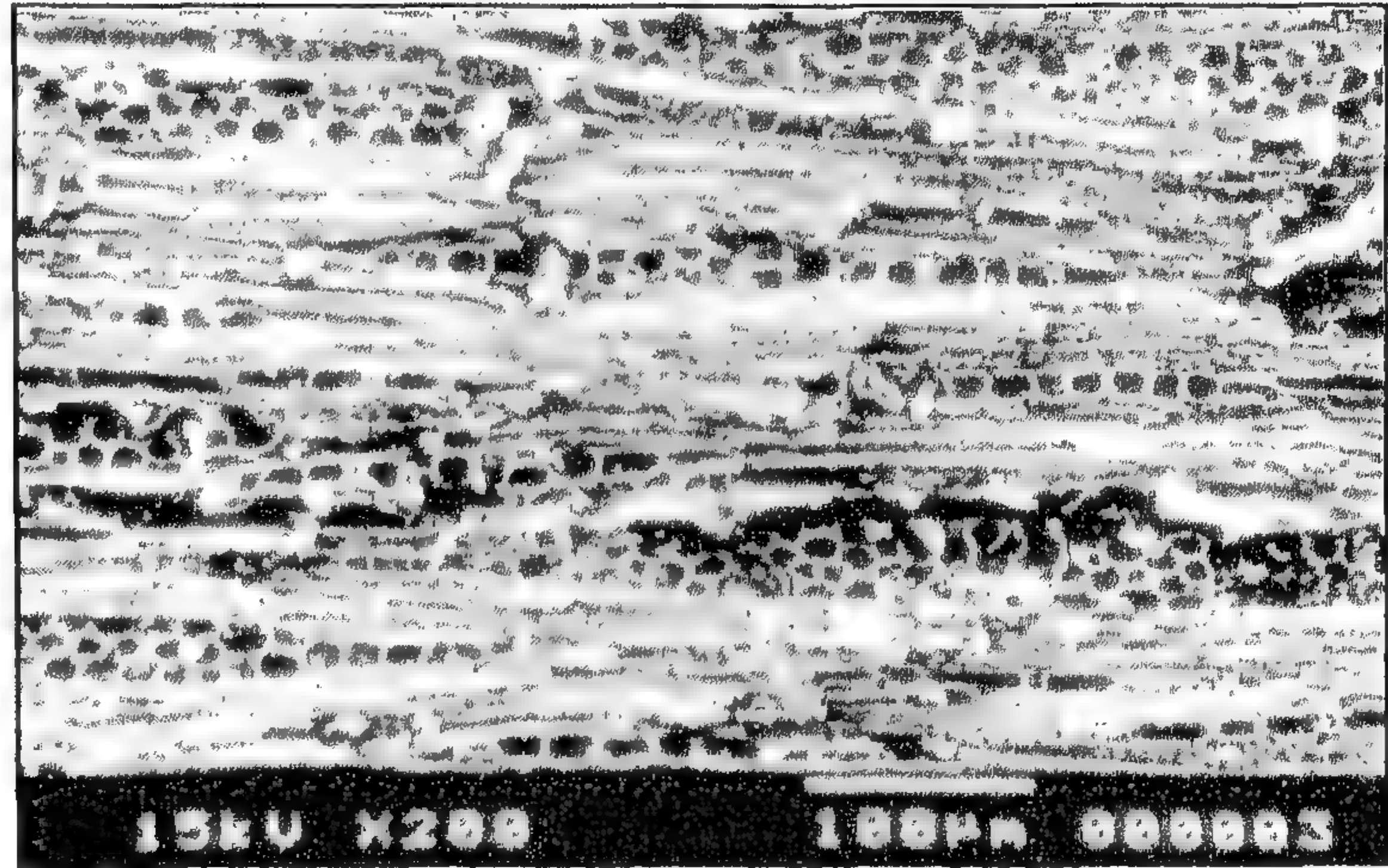
صورة رقم (٥٠)

قطاع عرضى فى خشب عصا
«كاعبر» يوضح الأوعية الدائرية
المنتشرة وهى منفردة أو زوجية أو
فى مجاميع قليلة العدد يفصل بينها
أشعة ضيقة من الخلايا البرانشيمية .
[صورة بالماسح الالىكترونى]
[تكبير X٢٠٠]



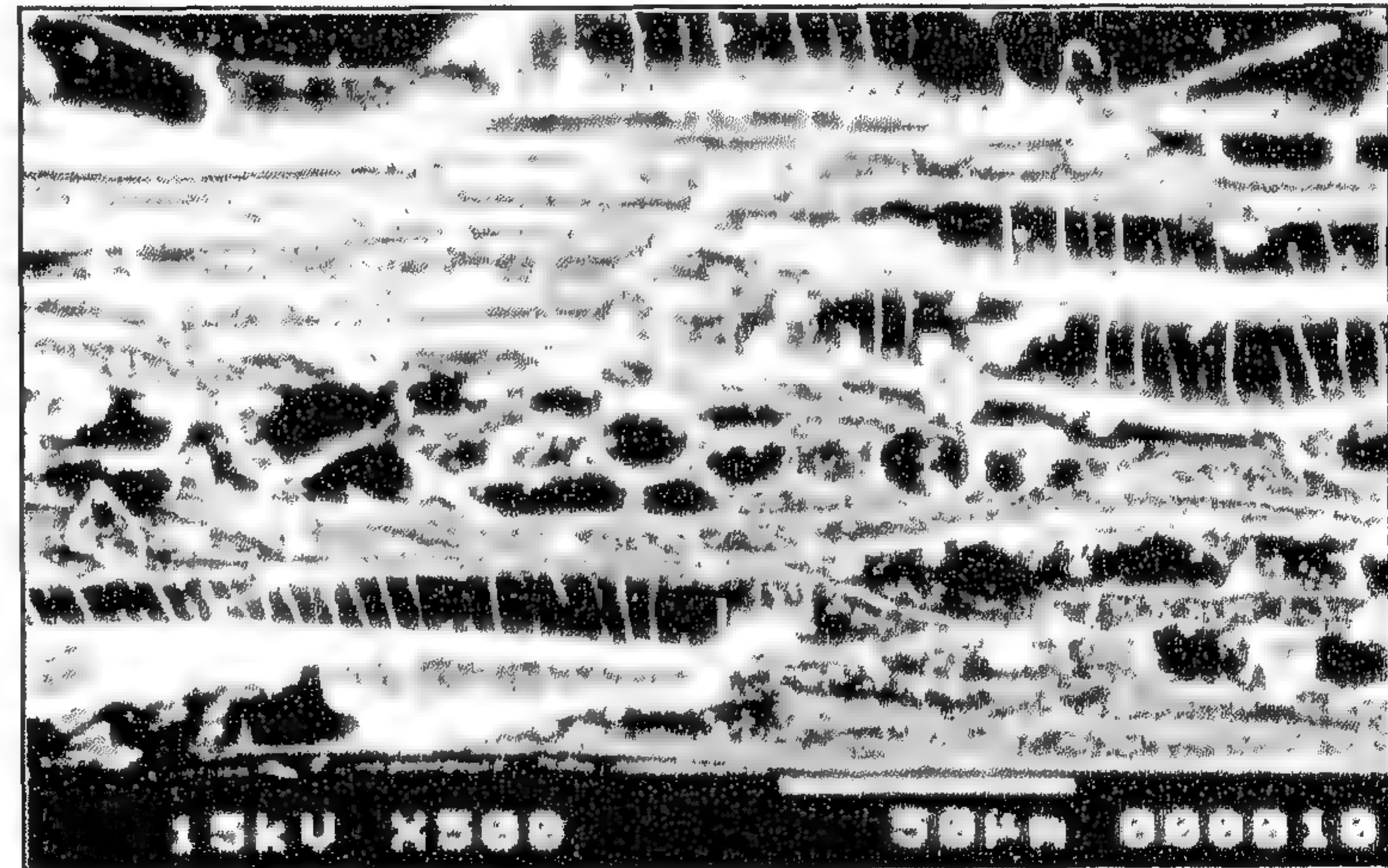
صورة رقم (٥١)

قطاع مماسى فى خشب العصا
يوضح الأشعة النخاعية المغزلية
المتعددة الطبقات والمختلفة المسامية .
[صورة بالماسح الالىكترونى]
[تكبير X٢٠٠]



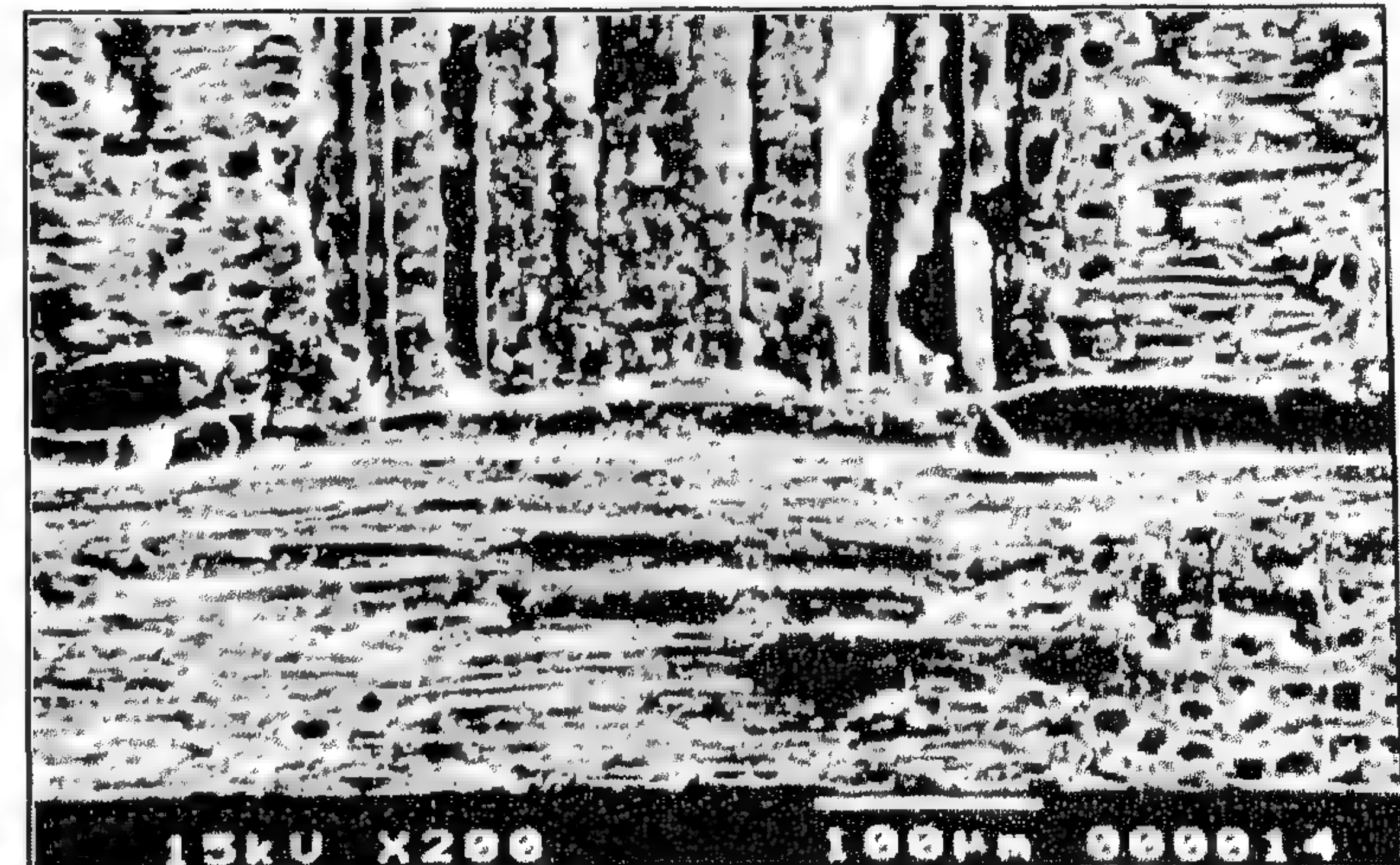
صورة رقم (٥٢)

توضح أشعة أحادية التسلسل
(أعلى) وأخرى مغزلية متعددة
الطبقات (أسفل) كما يظهر التغلظ
الحلزونى السلمى داخل الأوعية
الخشبية لعينة من خشب العصا .
[صورة بالماسح الالىكترونى]
[تكبير X٥٠٠]



صورة رقم (٥٣)

قطاع طولى قطرى فى خشب العصا
يوضح الأوعية الخشبية (مستعرضة)
يفصل بينها برنشيمية الخشب
ويتعامد على أوعية الخشب الأشعة
النخاعية فى صفوف طولية عديدة .
[صورة بالماسح الالىكترونى]
[تكبير X٢٠٠]





صورة رقم (١٥٥ - ب)

توضح منظر جانبي وأمامي للطرف السفلي لعصا تمثال «كاعبر»
المشكل على شكل نصف كروي .



صورة رقم (١٥٤ - ب)

توضح العصا التي يقبض عليها تمثال «كاعبر» بيده اليسرى حيث تظهر واضحة
البروزات العقدية التي كانت تخرج منها الأفرع والتي توجد بصورة متبادلة .



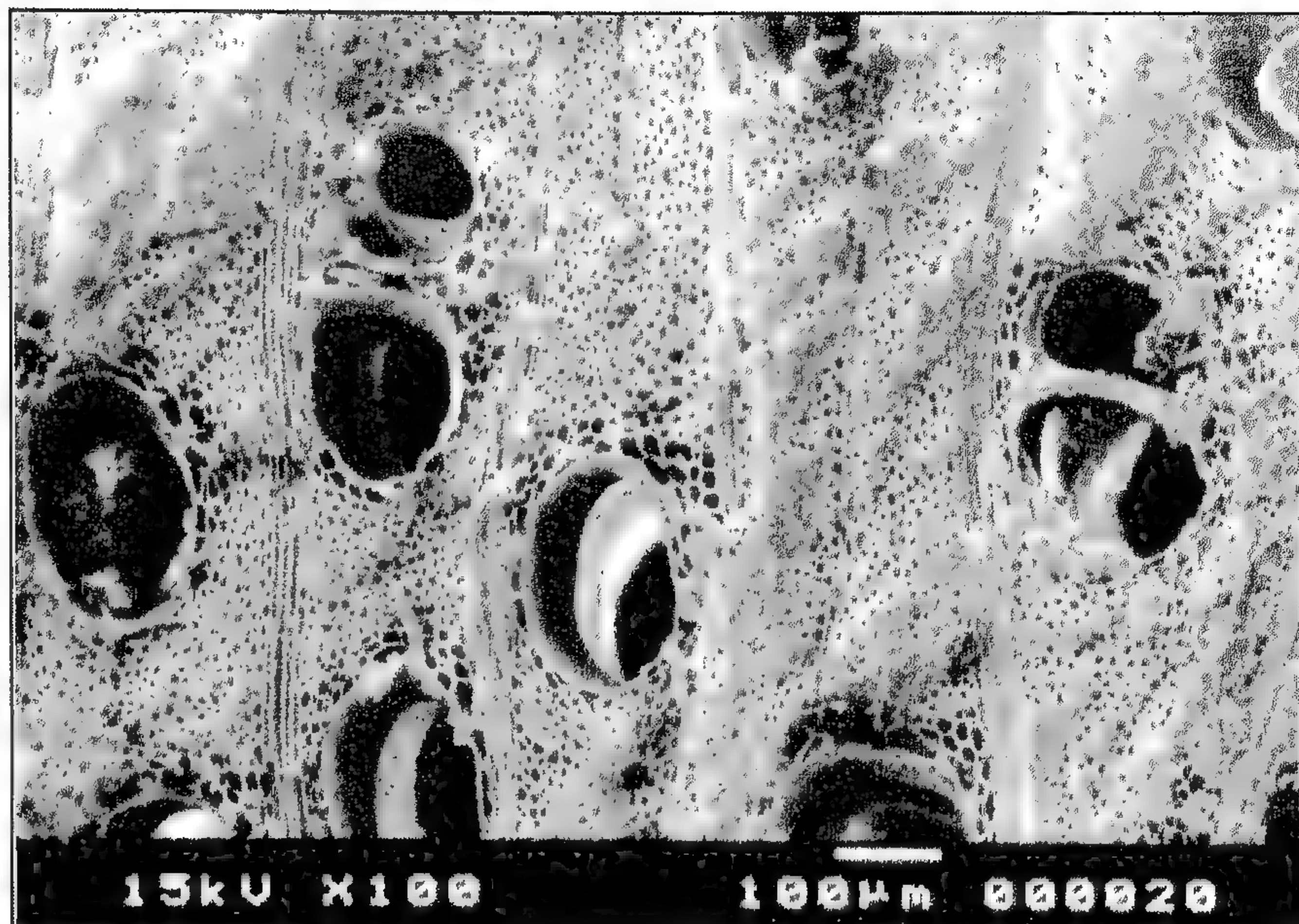
صورة رقم (٥٦)

توضح الفرق في الشكل بين الفراغ الخاص بمرور العصا بقبضة اليد اليسرى بتمثال الشاب [على اليمين] وتمثال «كاعبر» [على اليسار] حيث الأولى
أسطوانية القطاع والثانية بيضاوية القطاع.

صورة رقم (٥٧)

قطاع عرضى فى عينة خشب من
تمثال الشاب يوضح أوعية الخشب
التي تظهر مفردة أو فى مجاميع
يحيط بها عدد قليل من الخلايا
البرانشيمية الخشبية وجزء أكبر
من ألياف الخشب .

° [صورة بالماسح الالكترونى]
[تكبير X١٠٠] .



صورة رقم (٥٨)

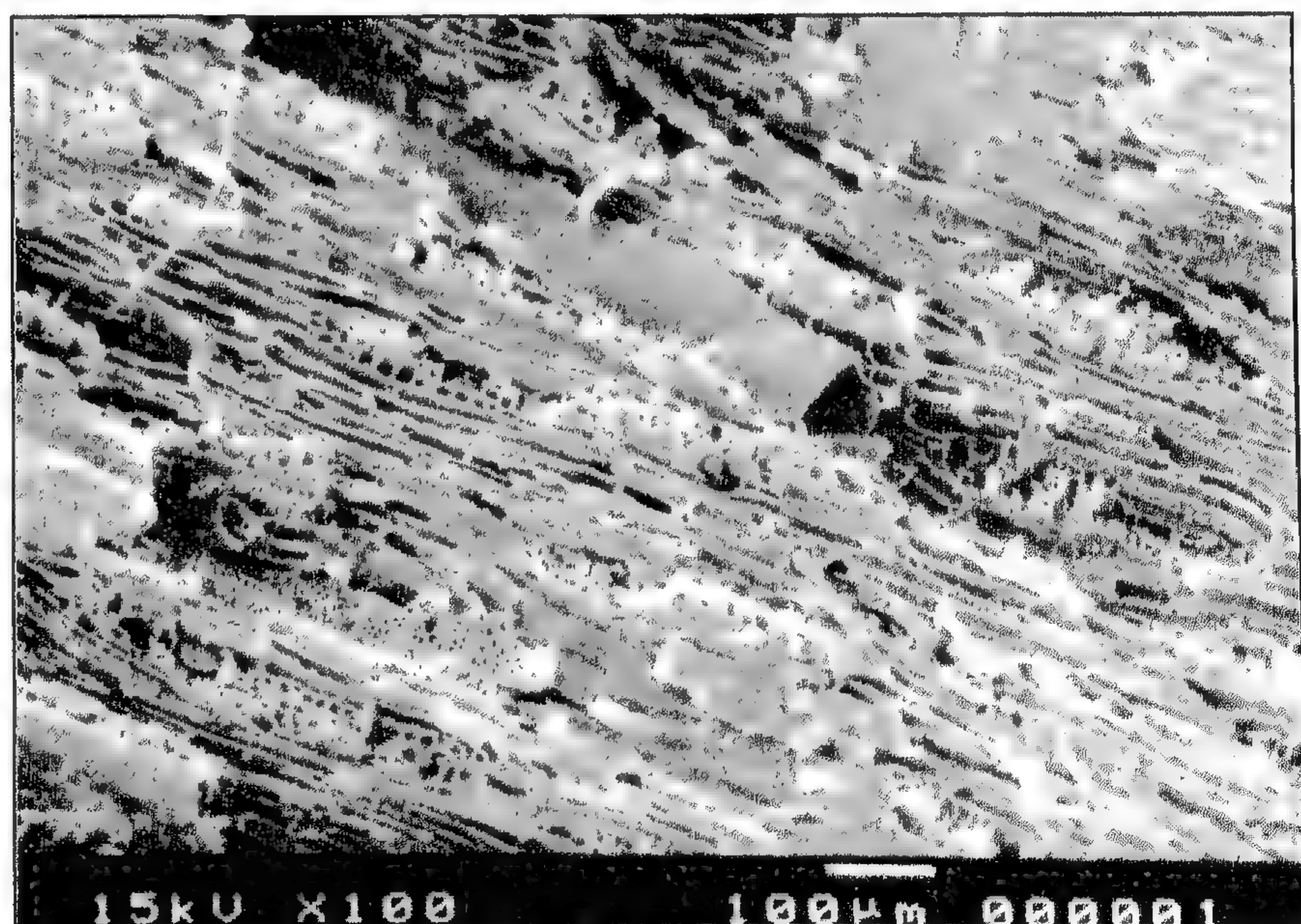
قطاع مماسى فى العينة السابقة
يوضح الأشعة متعددة التسلسل
° [صورة بالميكروسكوب الضوئى]
[تكبير X١٠٠] .



صورة رقم (٥٩)

قطاع فى عينة خشب من جسم
تمثال الشاب يوضح مسقط طولى
قطرى فى الجزء العلوى الأيمن
وطولى مماسى فى الجزء الأكبر
المتبقى حيث يظهر به وعاء منقر
وعدد من القصيبات بينهم خلايا
برانشيمية مغلظة أو غير مغلظة
ومجاميع أشعة نخاعية .

° [صورة بالماسح الالكترونى]
[تكبير X١٠٠] .





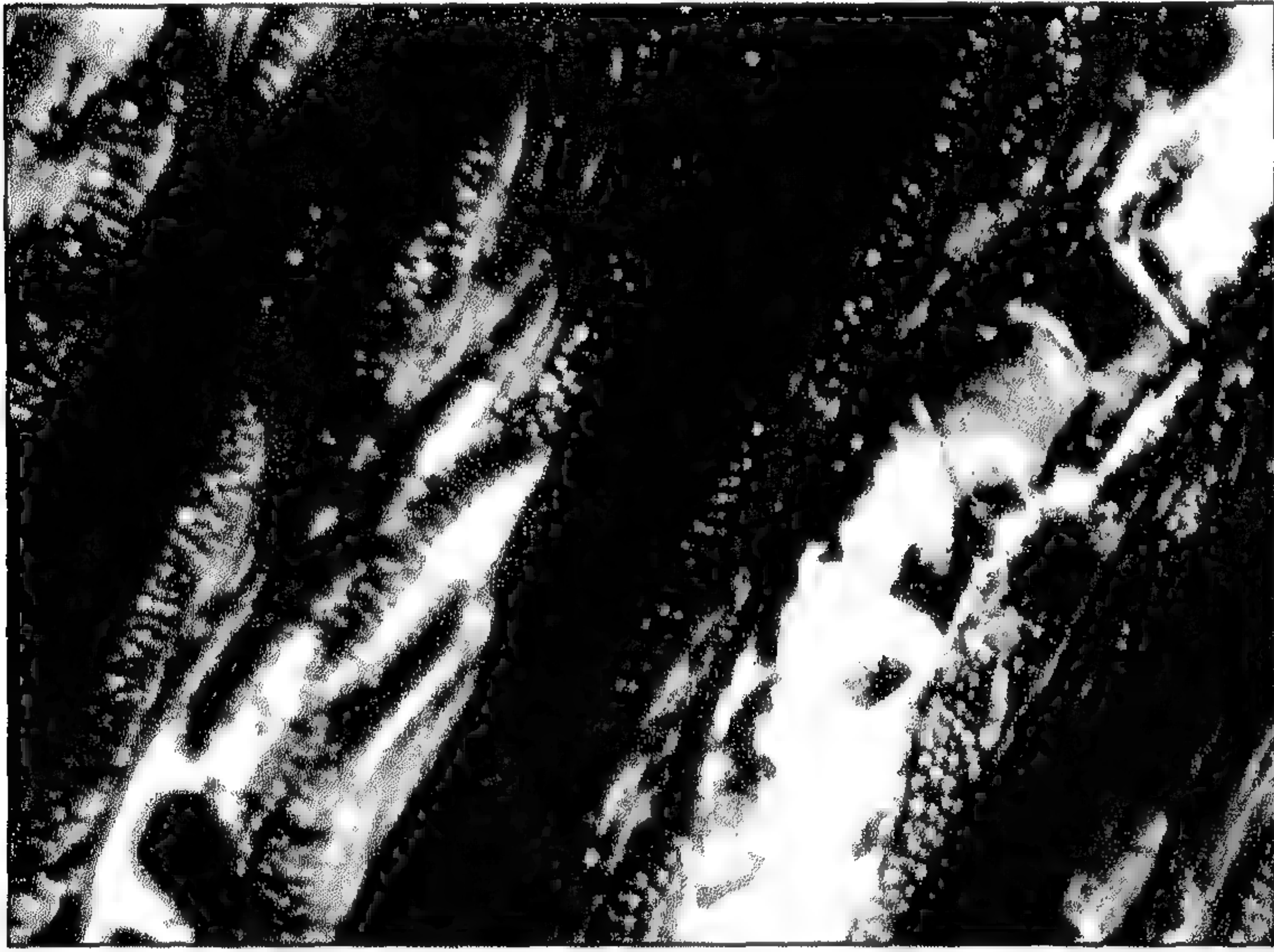
صورة رقم (٦١)

أحد الأوعية المزدوجة بالقطاع العرضي للعينة السابقة .
[الميكروسكوب الضوئي - تكبير ٤٠٠ X] .



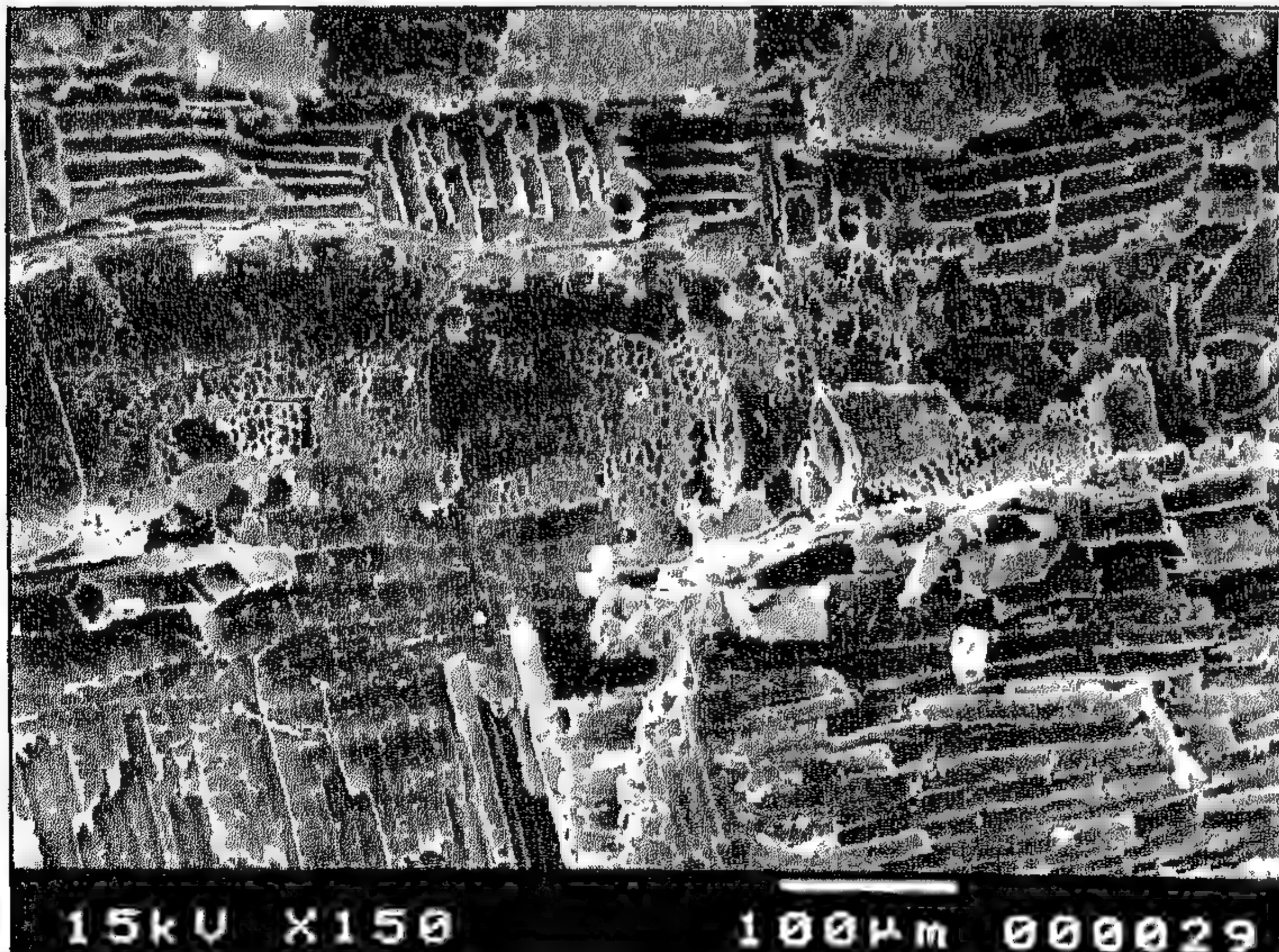
صورة رقم (٦٠)

قطاع عرضي في عينة من خشب تمثال « زوجة شيخ البلد » يوضح الأوعية التي يفصل بينها خطوط ضيقة من الخلايا البرانشيمية للأشعة [الميكروسكوب الضوئي - تكبير ١٠٠ X] .



صورة رقم (٦٢)

قطاع مماسي في العينة السابقة
يوضح مظهر الأشعة النخاعية
متعددة التسلسل .
[الميكروسكوب الضوئي]
[تكبير ١٠٠ X] .



صورة رقم (٦٣)

مسقط طولي قطري لقطاع في
العينة السابقة يوضح عدد من
القصبيات ذات التغلظ النقرى
(في الوسط) وصفوف متعامدة من
خلايا الأشعة، بالإضافة إلى صفوف
متوازية من خلايا برانشيمية الخشب
رقيقة الجدر ، أو ألياف الخشب
غليظة الجدر .

[الماسح الإلكتروني]
[تكبير ١٥٠ X] .

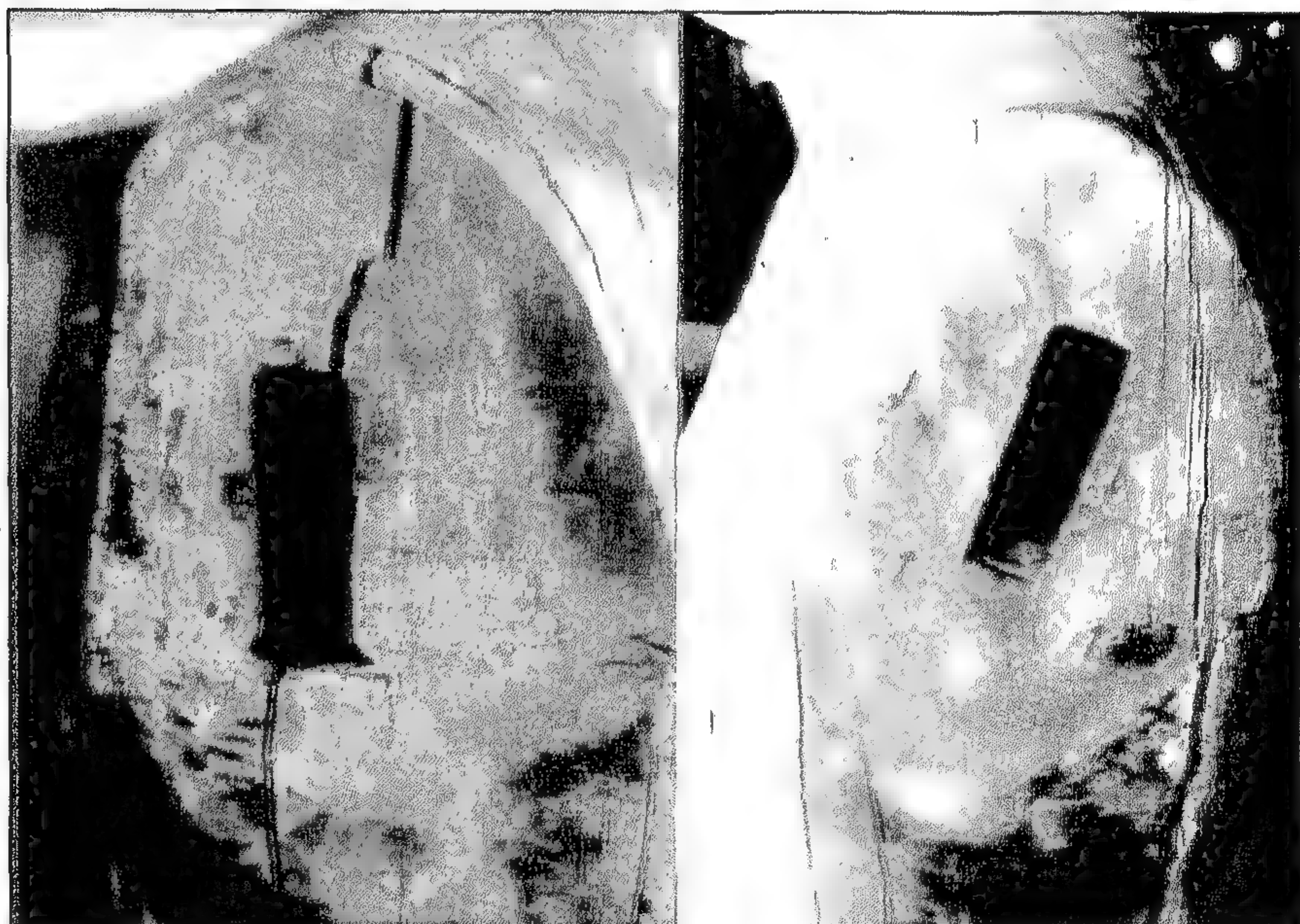
صورة رقم (٦٤)

توضح الأسلوب المستخدم لتثبيت
اللسان بالذراع الأيمن بتمثال «كاعبر» .



صورة رقم (٦٥)

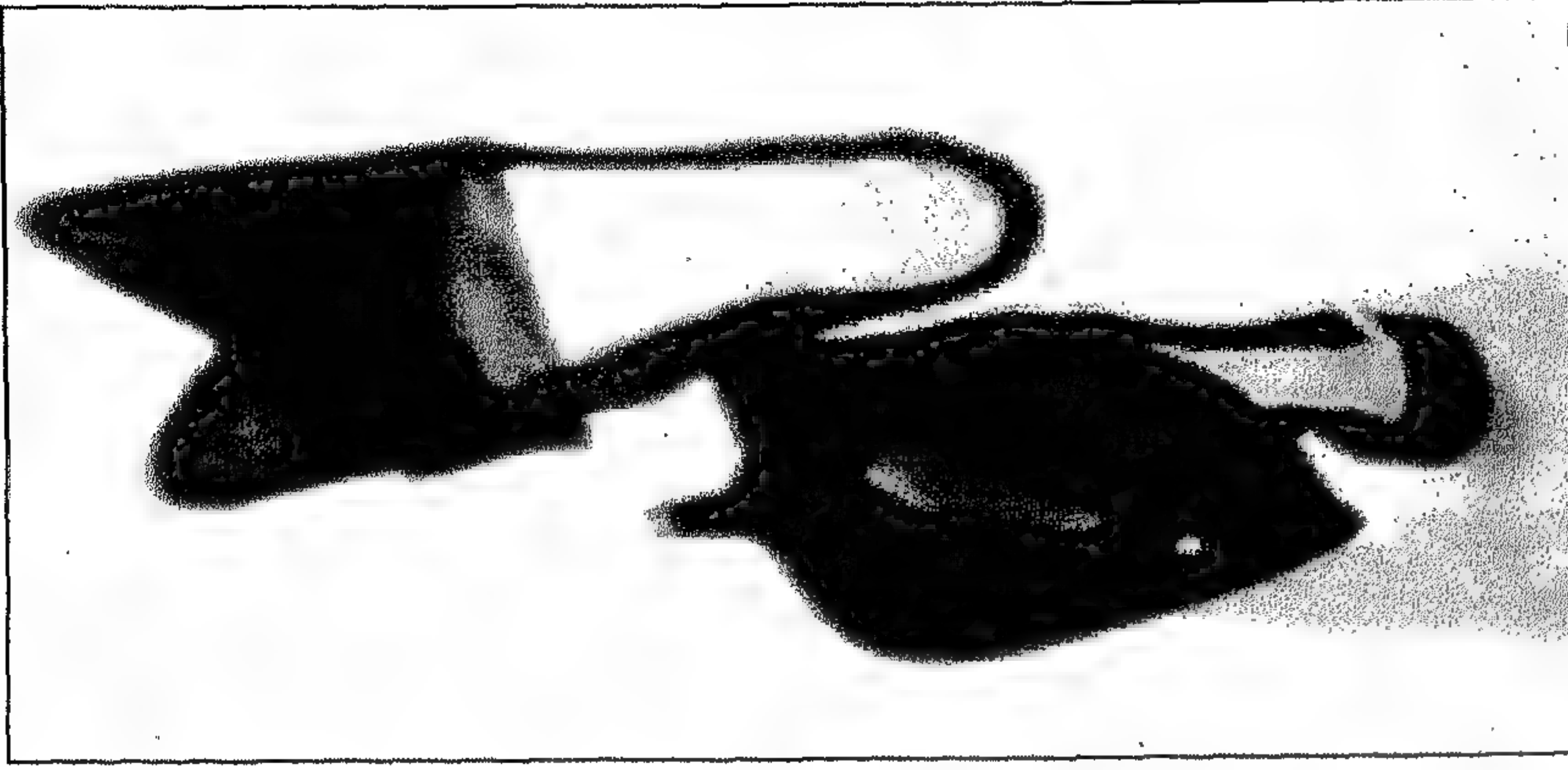
توضح نقرى تثبيت كلاً من لسانى
ذراعى تمثال «كاعبر» بالجسم
ويلاحظ الاتجاه المائل لنقر الذراع
الأيسر المنثنى، وتشير الاسهم إلى
الخطيين المستخدمين لتحديد
موضع ثقب خابور زيادة تثبيت
اللسان .



صورة رقم (٦٦)

توضح الأسلوب الذى أتبعه الصانع
فى تشكيل وتثبيت حلمة الصدر
بتمثال «كاعبر»





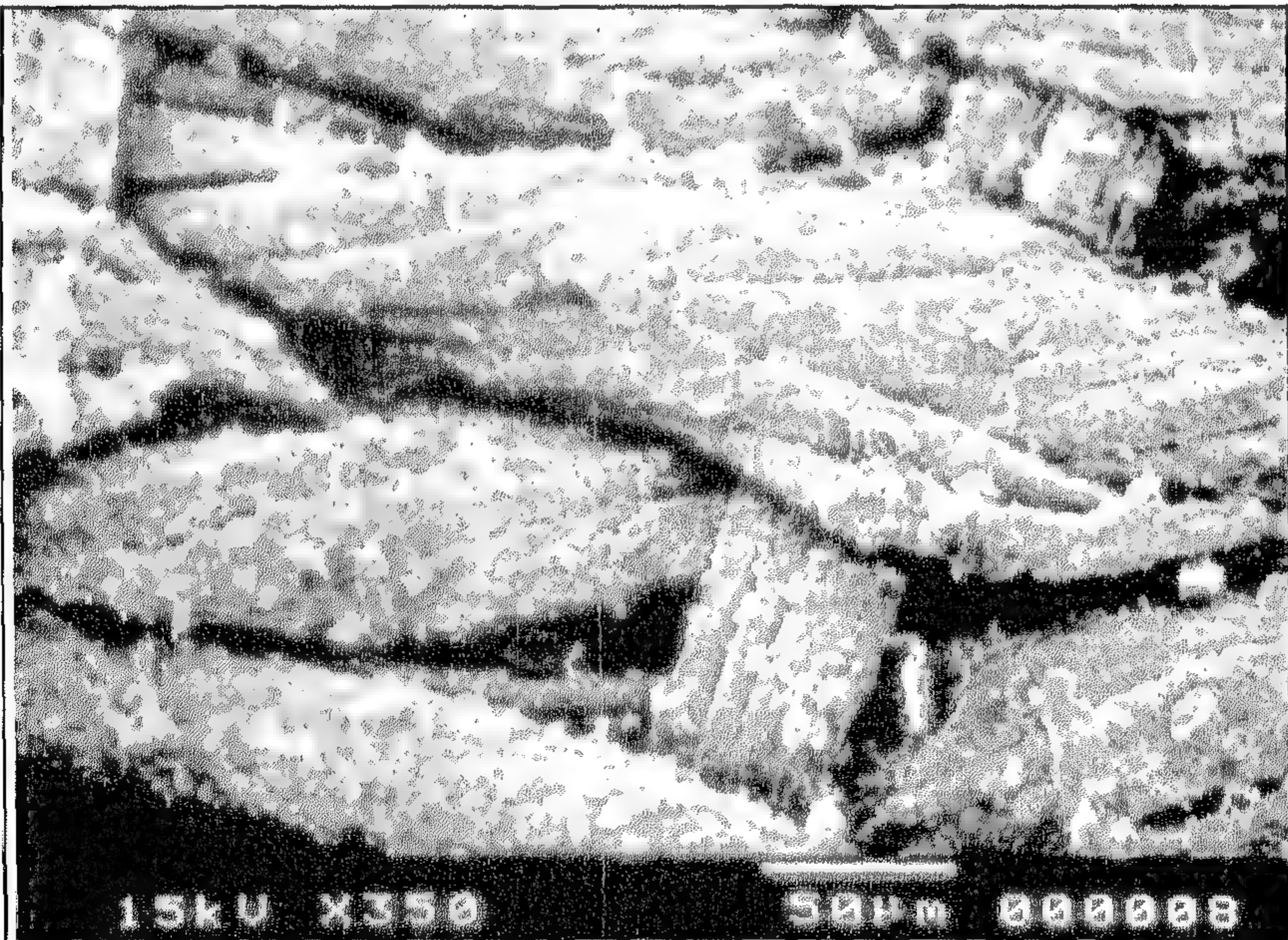
صورة رقم (٦٧)

توضح نتيجة التصوير بالأشعة السينية
لتطعيم أعين «كاعبر» .



صورة رقم (٦٨)

بقايا طبقة النسيج الكتاني الرقيق
الحامل لطبقة الجسو بالجانب
الأيسر لعنق تمثال «كاعبر» .

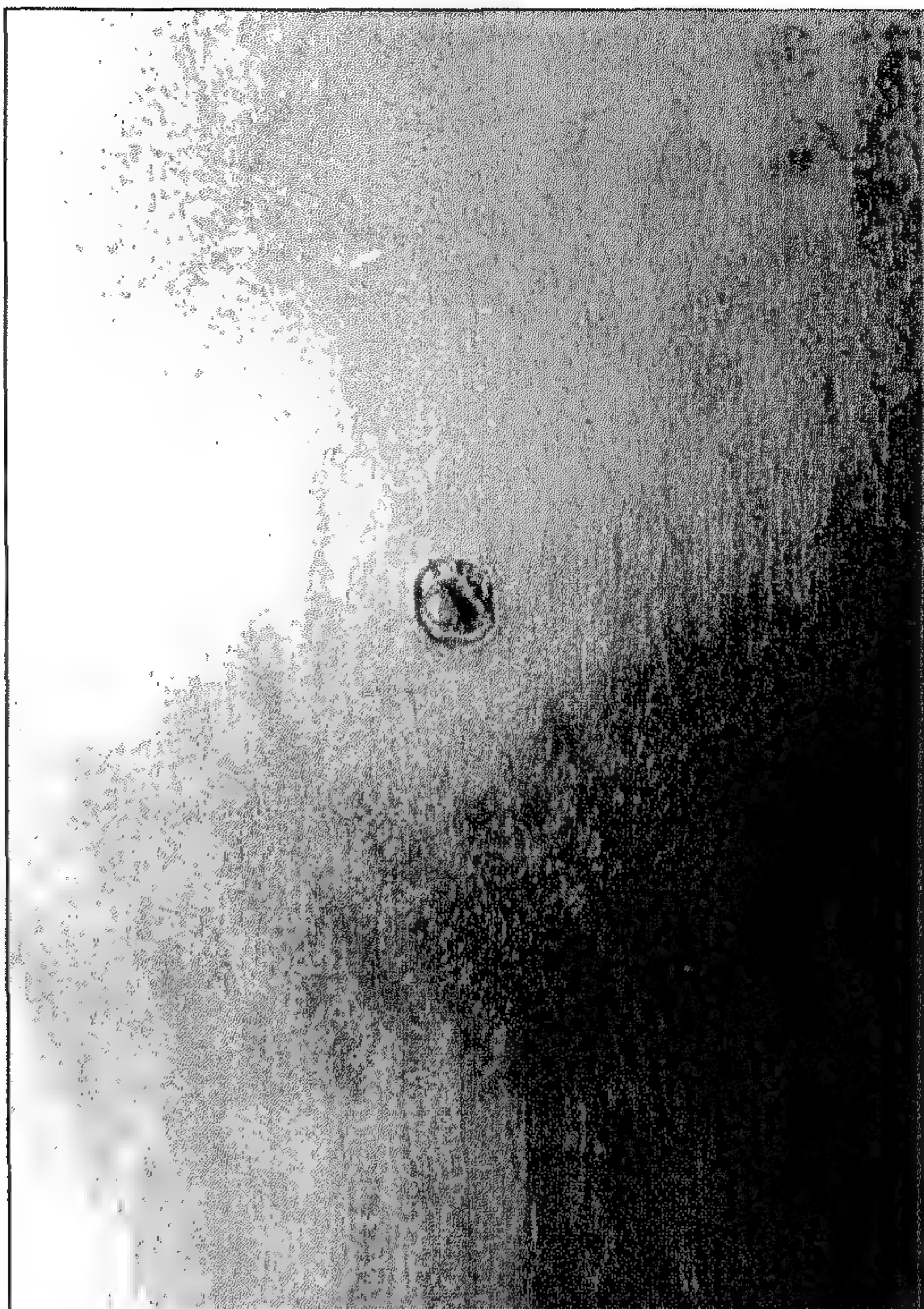


صورة رقم (٦٩)

صورة مكبرة لعينة من النسيج السابق
توضح أسلوب النسيج المستخدم .
[صورة بالماسح الإلكتروني]
تكبير [X٢٥٠] .

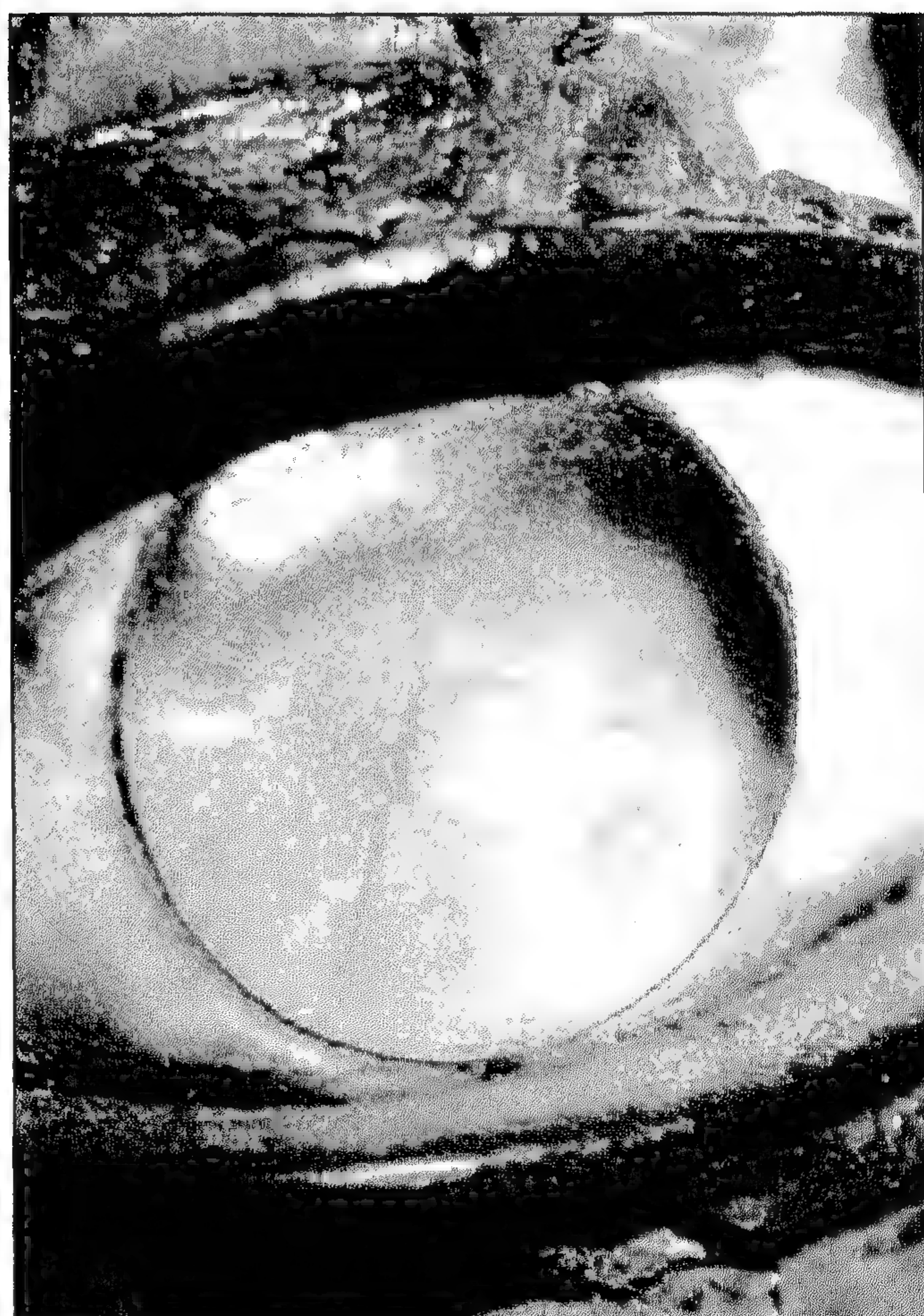
صورة رقم (٧٠)

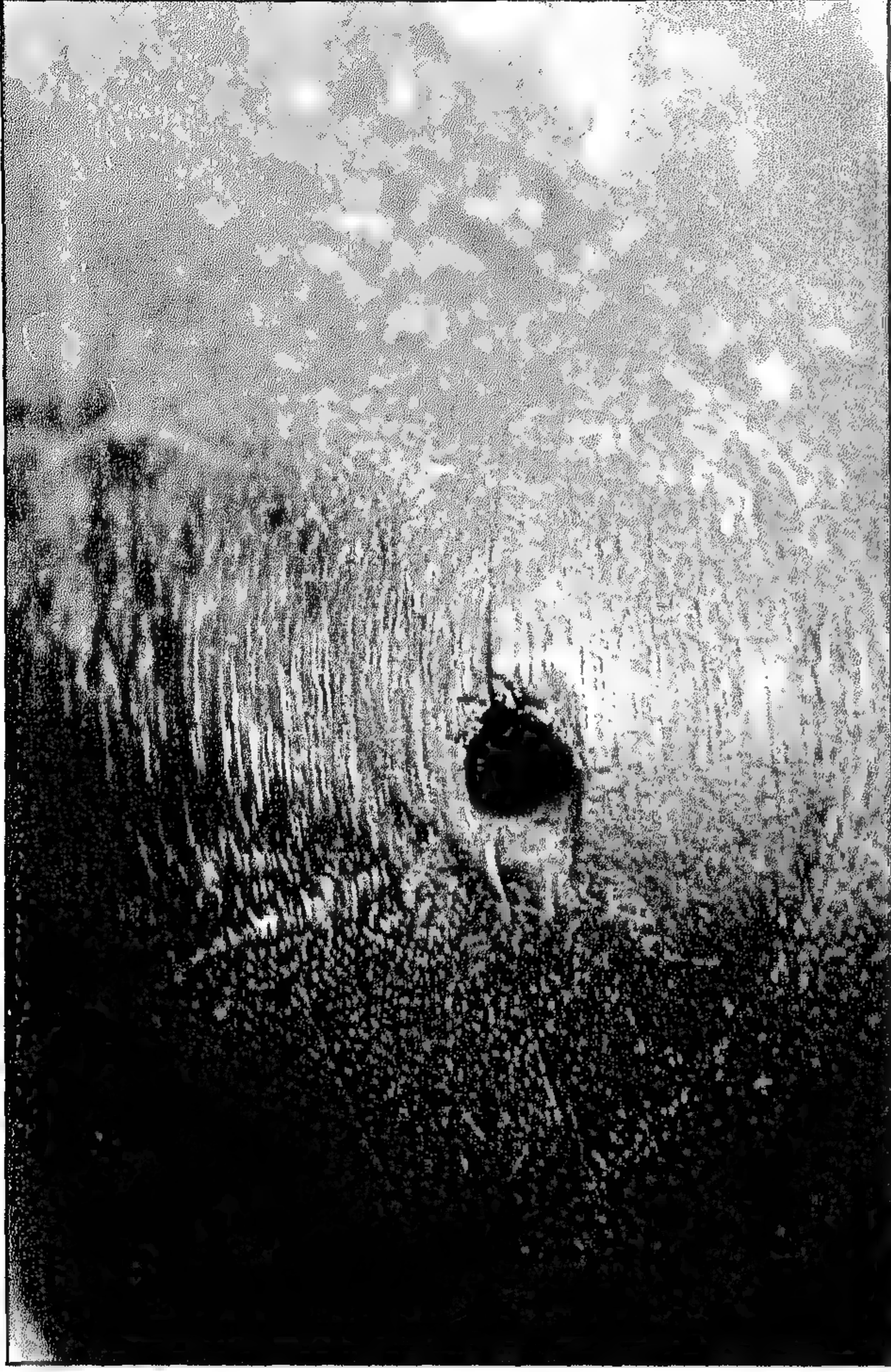
الجزء الخشبي مستدير القطاع
المثبت داخل فراغ مناسب بوسط
الصدر والذي يمثل حلقة الصدر
بالتمثال السابق .



صورة رقم (٧١)

صورة مكبرة لتطعيم العين اليسرى
بتمثال الشاب توضح القزحية ذات
اللون الرمادي والتي يتوسطها الحدقة .
[صورة بالأسترئوميكروسكوب]
[تكبير X١٦] .





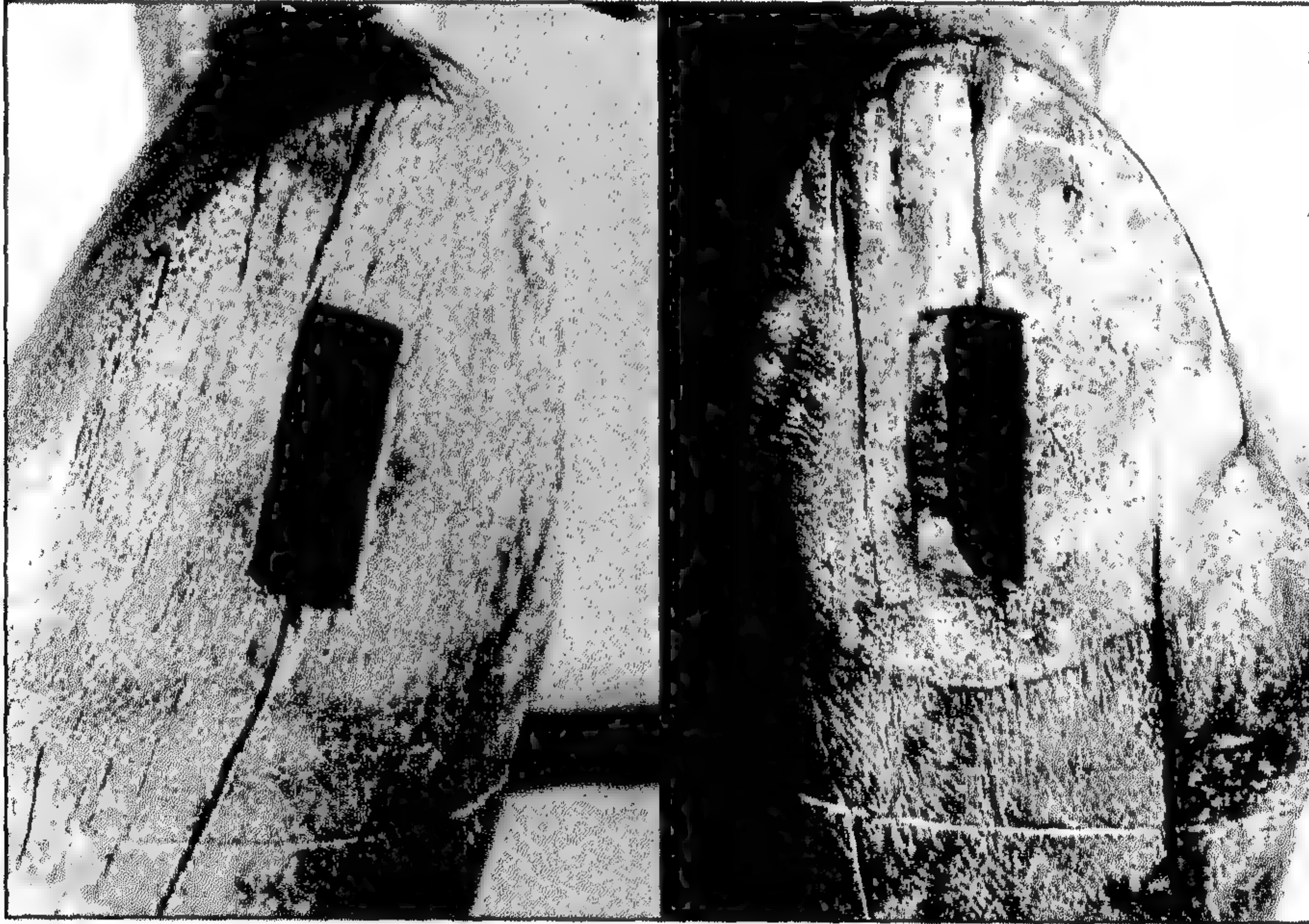
صورة رقم (٧٣)

توضح الثقب الخاص بتثبيت الجزء المشكل بإحدى نهايتيه حلمة الصدر اليمنى بتمثال «زوجة شيخ البلد» .



صورة رقم (٧٢)

توضح الجزء الفائتر بتمثال «زوجة شيخ البلد» الذي كان مستكملاً بجزء خشبي مضاف عن طريق لسانين عيرة لم يتبق منهم إلا الفتحات الخاصة بتثبيتهم .

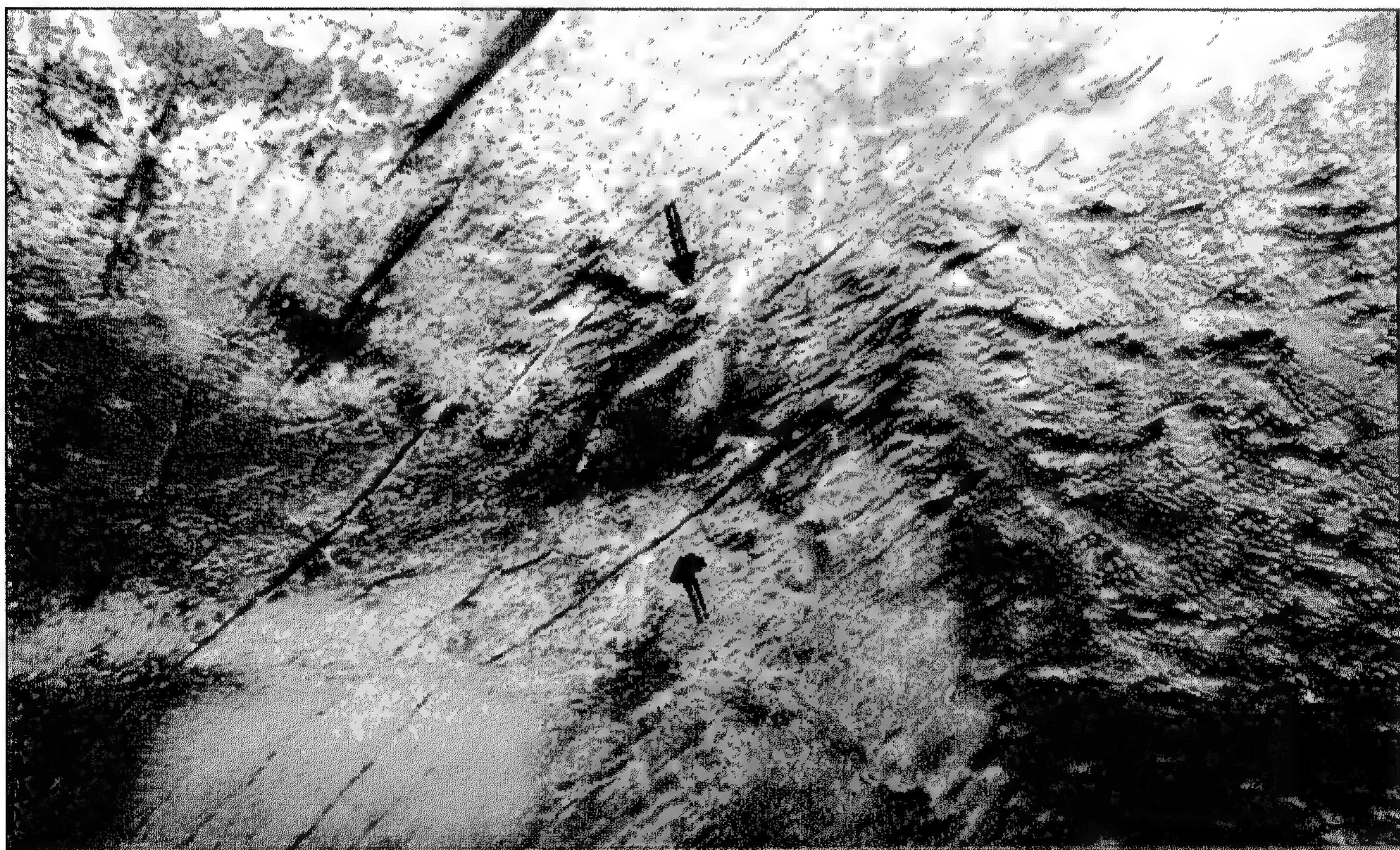
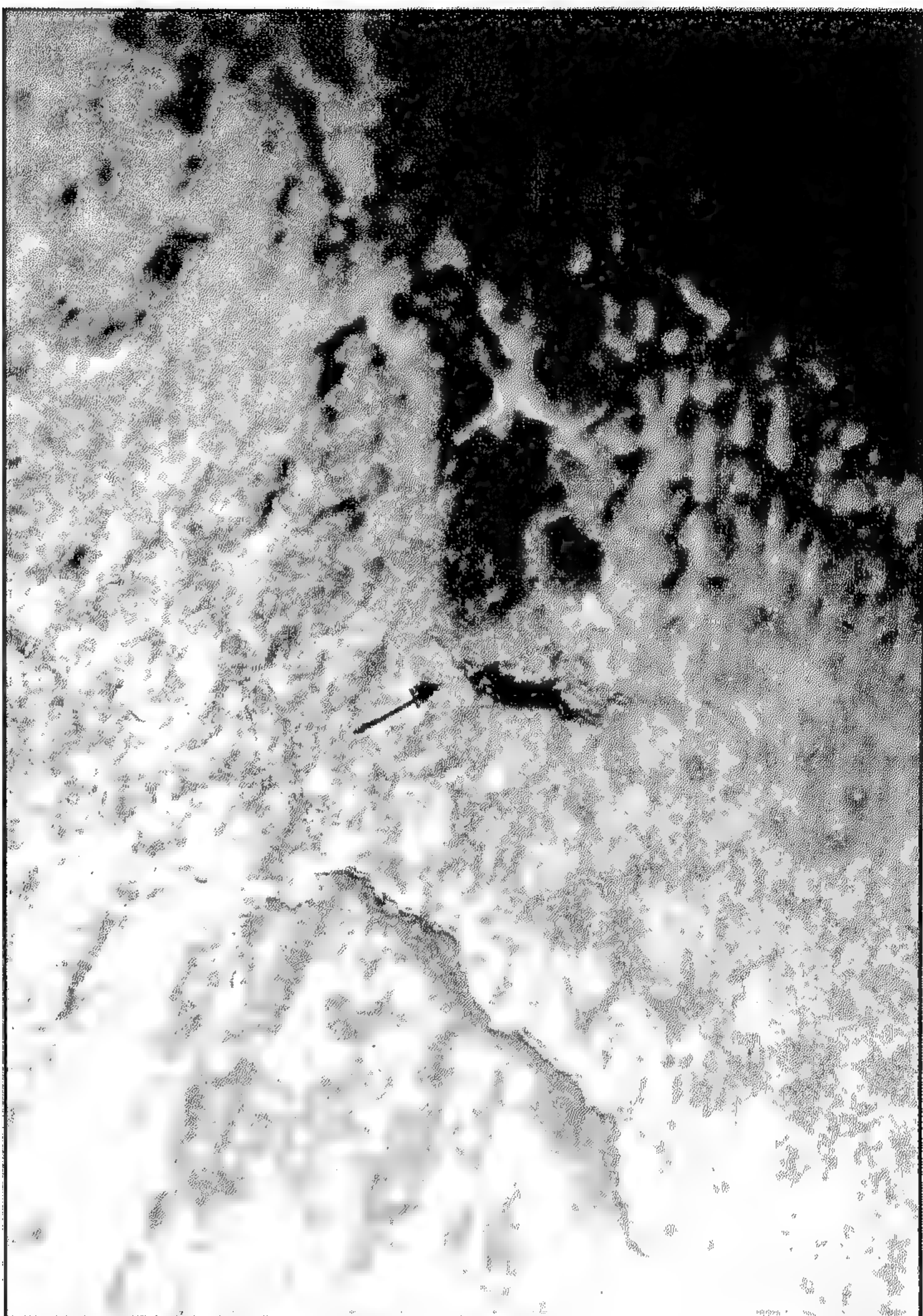


صورة رقم (٧٤)

توضح نقر تثبيت لسان ذراعى تمثال «زوجة شيخ البلد» بالجسم حيث يظهر واضحا أن نقر الذراع الأيمن مستقيم بينما نقر الذراع الأيسر مائل مما يرجح احتمال أن الذراع الأيسر كان ممتداً للأمام .

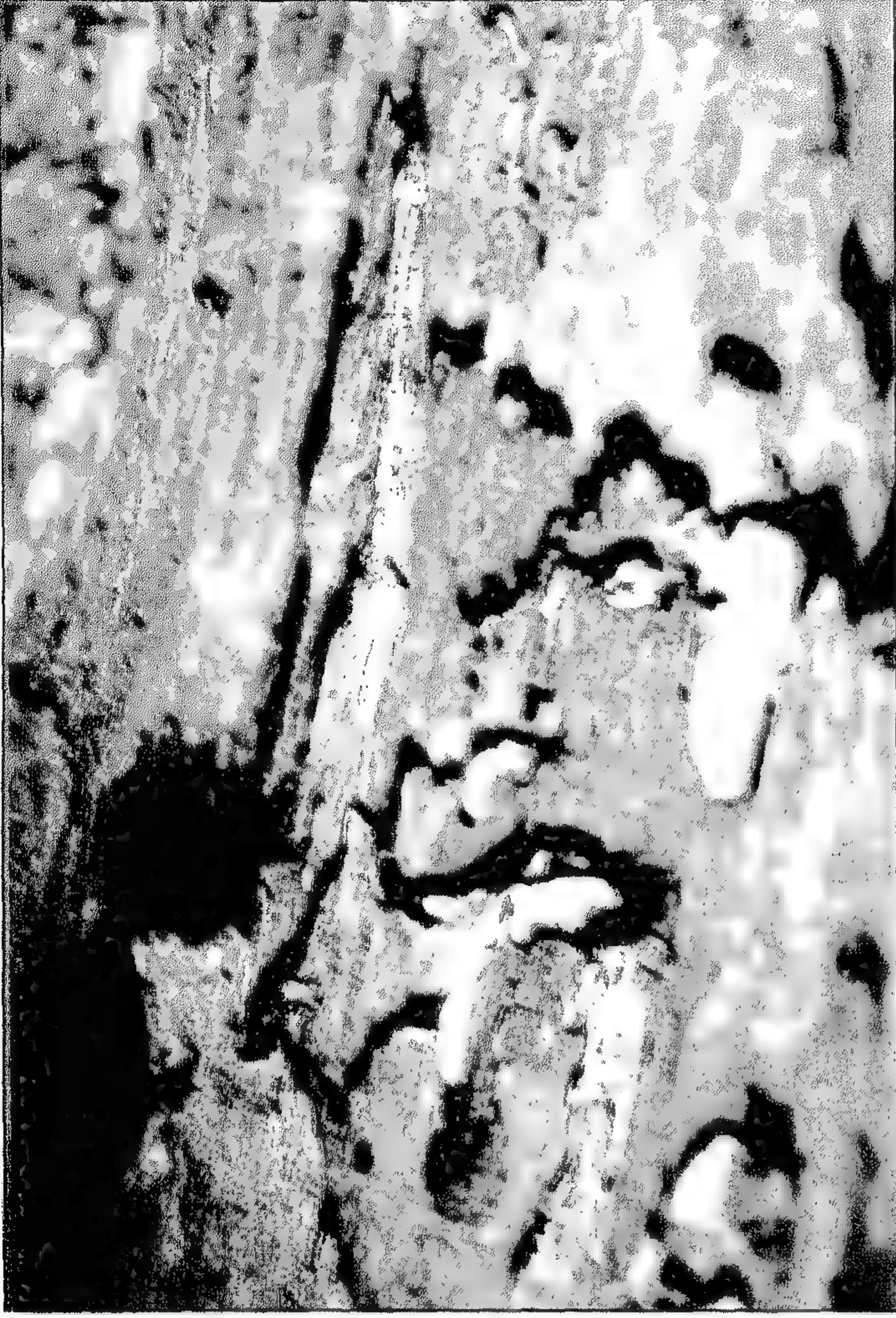
صورة رقم (٧٥)

توضح جزء ظاهر من المعجون
البنى المحمر الموجود بيسار الصدرية .
[صورة بالأستريوميكروسكوب]
[تكبير ١٦ X] .



صورة رقم (٧٦)

توضح قطعة المعجون البنى المحمر الملون بلون قاتم بالجزء الداخلى أسفل الخد الأيسر .



صورة رقم (٧٧)

توضح أجزاء من الطبقة البيضاء
داخل التآكل الحشوي برأس تمثال
«زوجة شيخ البلد» من الخلف .
[صورة بالأستريوميكروسكوب]
[تكبير ١٦ X] .

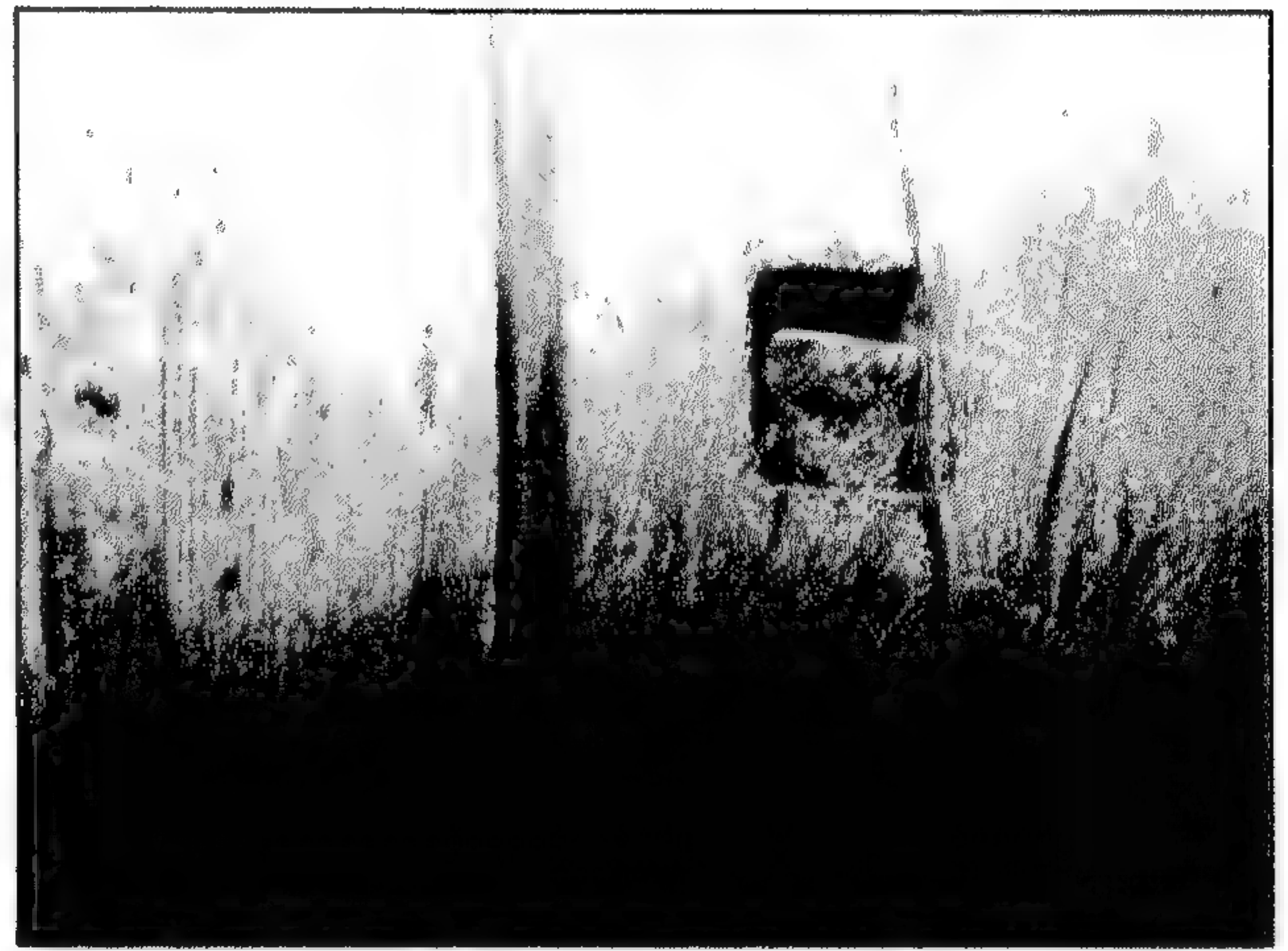


صورة رقم (٧٨)

توضح الجانب الأيسر من الشعر المستعار بتمثال «زوجة شيخ البلد» من الأمام ويظهر واضحاً وجود الطبقة البيضاء فوق لون الشعر الأسود وداخل الشقوق
وفوق الأجزاء المفقودة من سطح الخشب .

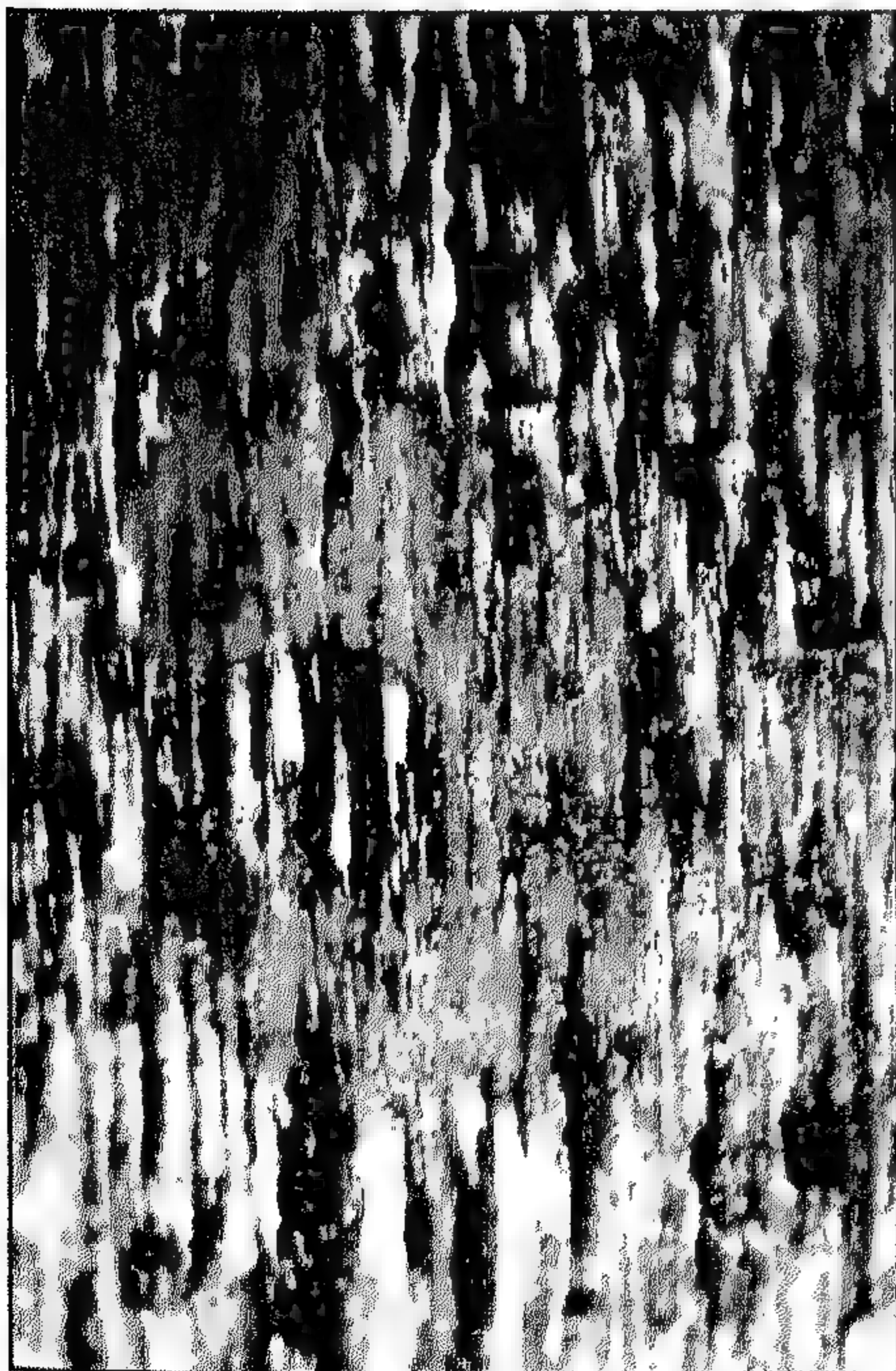
صورة رقم (٧٩)

توضح بقايا المادة البيضاء المعتمدة
على لسان تثبيت ذراع «كاعبر»
بالجسم .



صورة رقم (١٨٠ - ب)

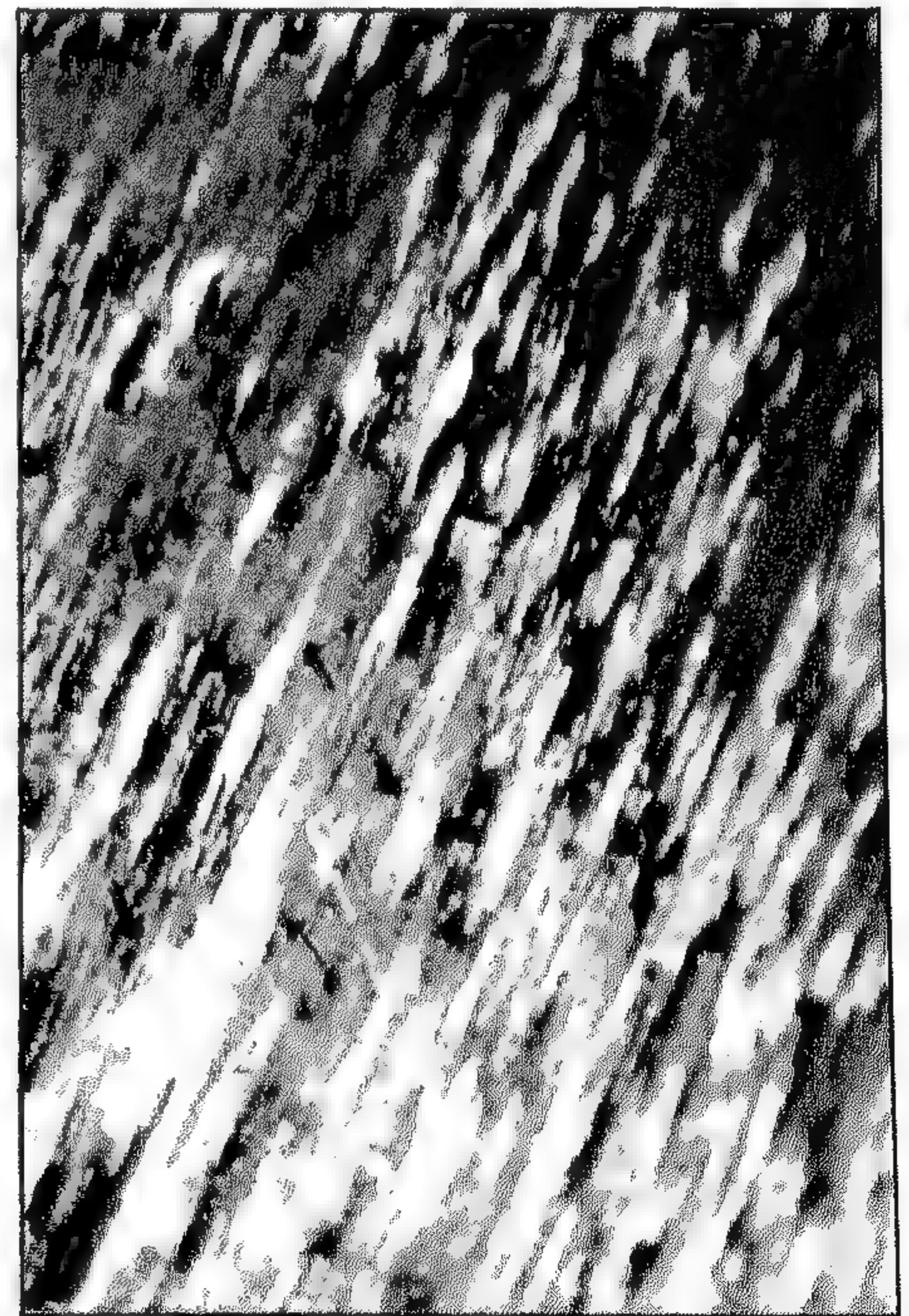
توضح على اليمين خابور تأمين تثبيت لسان الذراع الأيمن لـ «كاعبر» بالجسم كما كان سابقاً حيث يظهر واضحاً أنه مثبت عكس اتجاهه الأصلي ، بينما
على اليسار صورة توضح الخابور بعد إعادة تثبيته في وضعه الصحيح .



صورة رقم (١٨١ - ب)

توضح رقم التسجيل المكتوب بالطلاء
الأحمر الحديث بالجانب الأيسر لتمثال
«زوجة شيخ البلد» حيث يظهر واضحاً
في الصورة اليمنى تداخل الطبقة البيضاء
في ألياف الخشب مع وجودها فوق طبقة
الطلاء الحديث ، بينما في الصورة اليسرى
يظهر الرقم بعد إزالة المادة البيضاء
حيث ظهر أسفلها طبقة الطلاء .

° [صورة بالأستريوميكروسكوب]
[تكبير ١٦ X] .





صورة رقم (٨٣)

توضح المادة البيضاء المعتمدة أعلى الصدر الأيسر لتمثال «كاعبر» .



صورة رقم (٨٢)

جزء من ثقل قلادة الصدر الموجودة بظهر تمثال السيدة وقد أزيلت المادة البيضاء من فوقه حيث ظهر أسفلها اللون الأسود الأصلي .



صورة رقم (٨٤ أ - ب)

توضح بعض الخطوط الفائرة الناتجة عن عمل قالب على كل من تمثال «كاعبر» والسيدة حيث على اليمين الساعد الأيسر لـ «كاعبر» وعلى اليسار الجانب الأيمن للسيدة من الأمام ، ويلاحظ بقايا المادة البيضاء التي يلتصق بسطحها طبقة قاتمة اللون داخل هذه الخطوط .



صورة رقم (٨٥)

منظر أمامي وجانبي لتمثال «زوجة شيخ البلد» يرجع إلى أواخر القرن الماضي حيث يظهر بوضوح الخطوط البيضاء الفاترة التي تحدد مواضع فصل أجزاء القالب (١) .

صورة رقم (٨٦)

نموذج الجبس القديم لتمثال «زوجة شيخ البلد» والذي تم الحصول عليه عن طريق عمل قالب على الأصل بعد الكشف عن المقبرة ، ويلاحظ الخطوط التي تحدد أماكن تجميع أجزاء القالب معاً وهي ظاهرة على التمثال الأصلي في نفس المواضع .

(محفوظ حالياً بقسم النماذج بمركز تسجيل الآثار - المجلس الأعلى للآثار)



1- Maspero, "Le Musée Egyptien", Publie Par M.E. Grebaut, Tome premier, Le Caire, Imprimerie De l'Institut Français D'Archeologie Orientale, 1890-1900, Pl. XIV, PP. 13-14.



صورة رقم (٨٧)

توضح التآكل الحشري الشديد
فى أسفل الجانب الأيمن بظهر
تمثال الشاب .



صورة رقم (٨٨ - ب)

توت عنخ آمون - الأسرة ١٨ . (المتحف المصرى - القاهرة)

مثالان للتماثيل الخشبية التى كانت تصنع بصورة نصفية ويلاحظ عدم وجود الأذرع مع عدم الاهتمام بتشكيل تفاصيل الجسم .

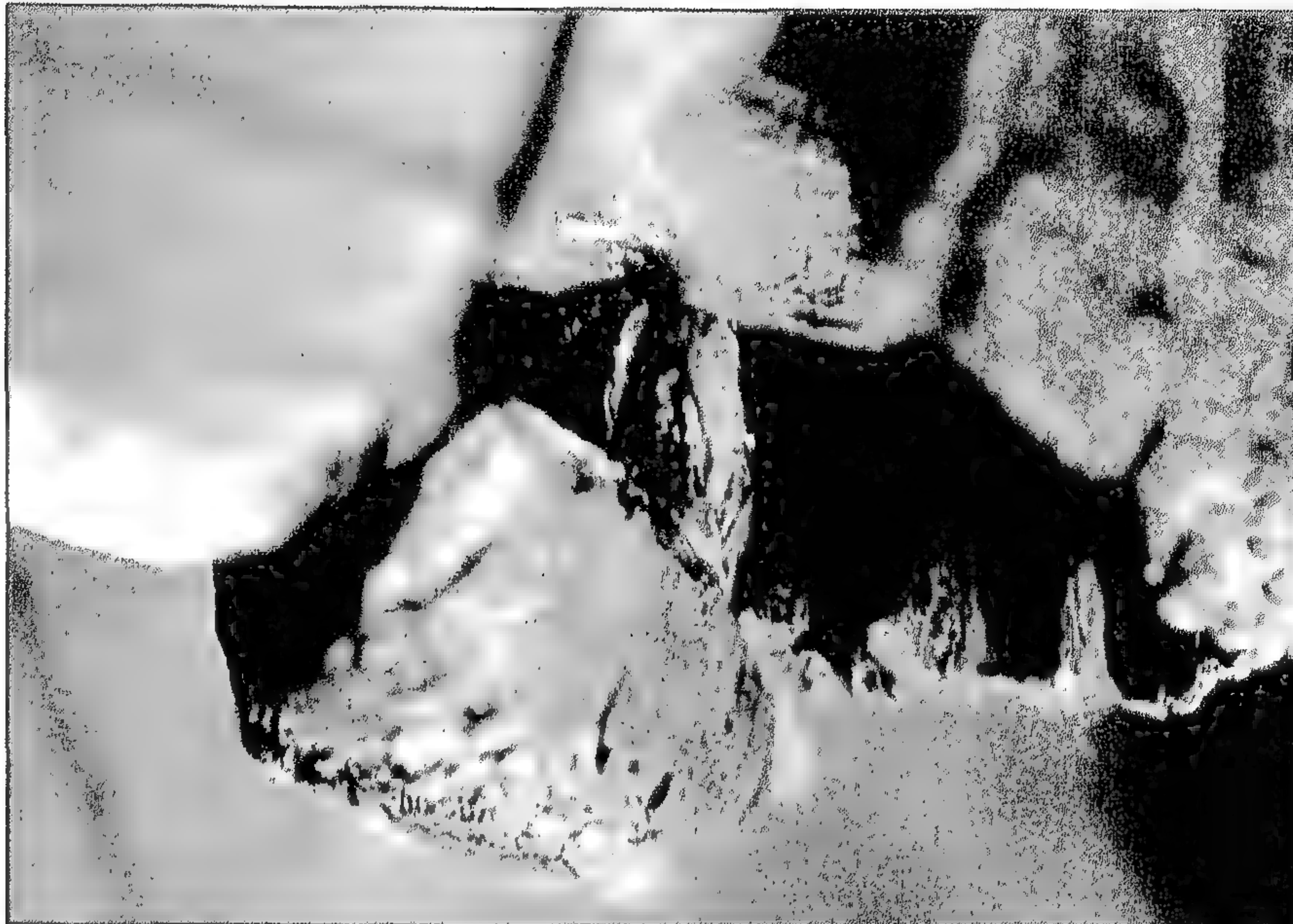


صورة رقم (٨٨ - أ)

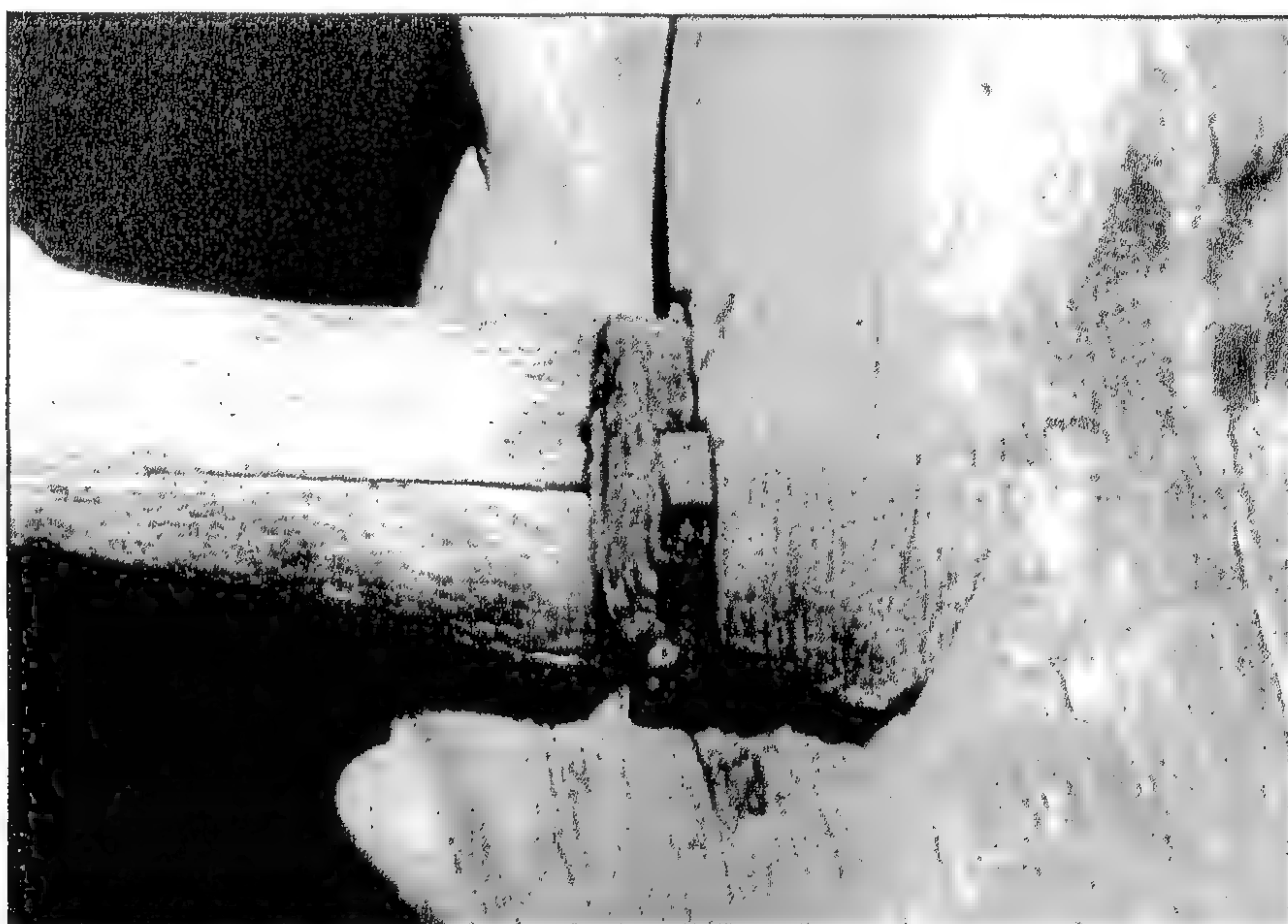
أوائل الأسرة ١٩ - دير المدينة . (متحف المتروبوليتان - نيويورك)

صورة رقم (٨٩)

توضح بقايا الترميم السابق الذى استخدم فى تثبيت الجزء الخشبى البارز بالذراع الأيسر لتمثال «كاعبر» فى غير موضعه الصحيح .



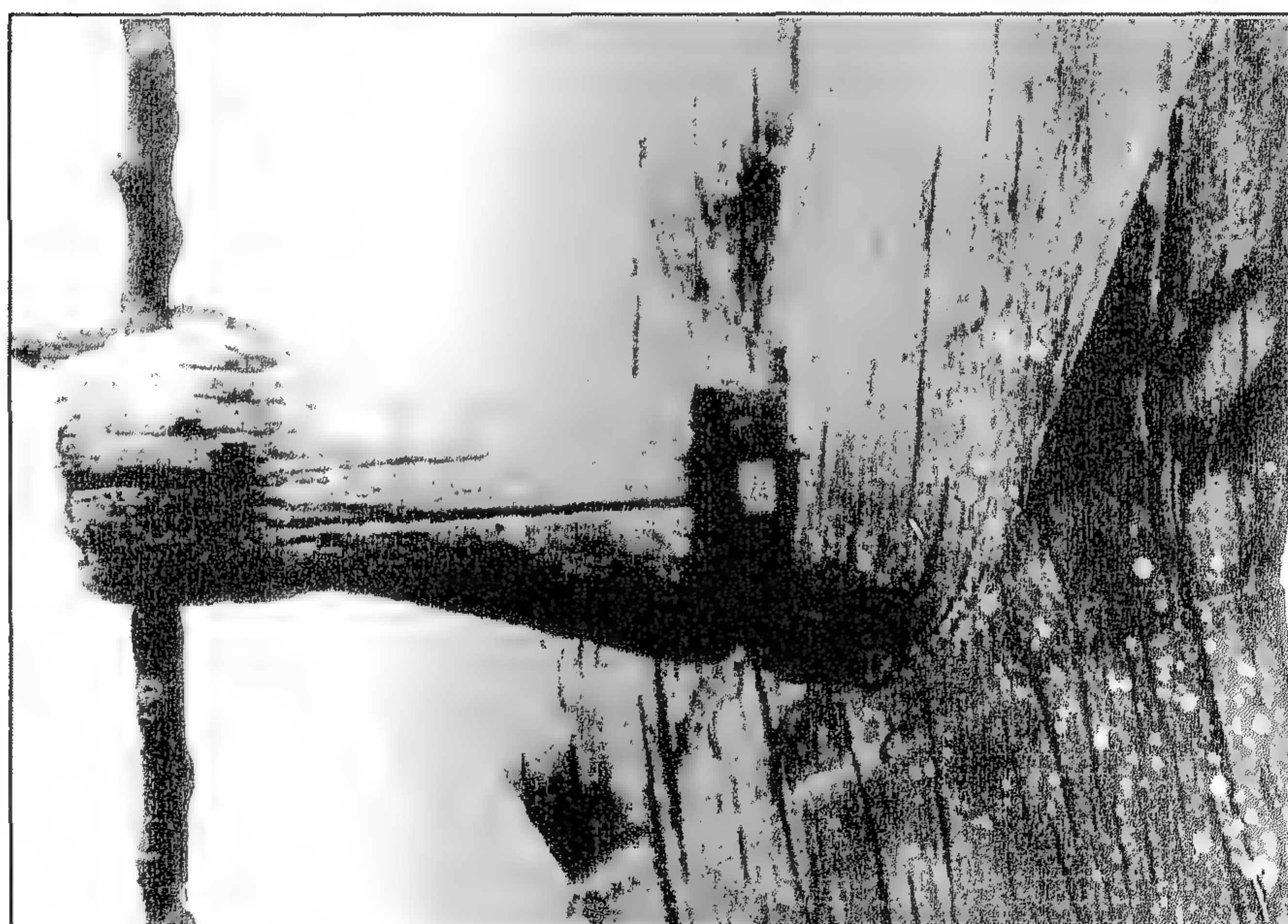
(١)



(ب)

صورة رقم (١٩٠ - ب)

توضح (أعلى) موضع اتصال الساعد بالعضد بالذراع الأيسر لتمثال «كاعبر» حالياً و(أسفل) صورة قديمة على فيلم زجاج كان يستخدم قديماً فى التصوير (١) ، وبمقارنة الصورتين يلاحظ أن الصورة القديمة لا يوجد بها الجزء الخشبى المثبت عند خط الاتصال .





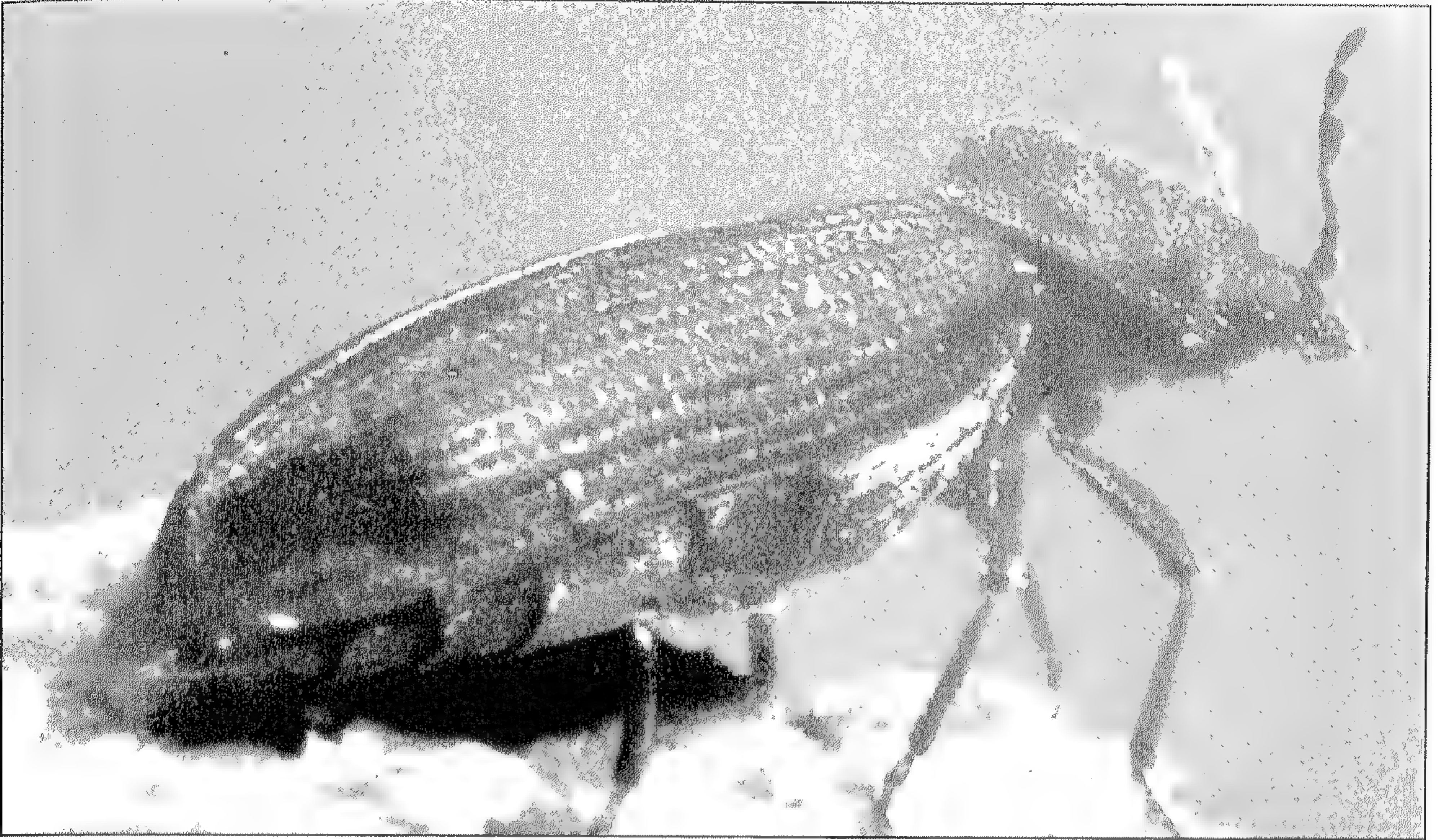
(أ)



(ب)

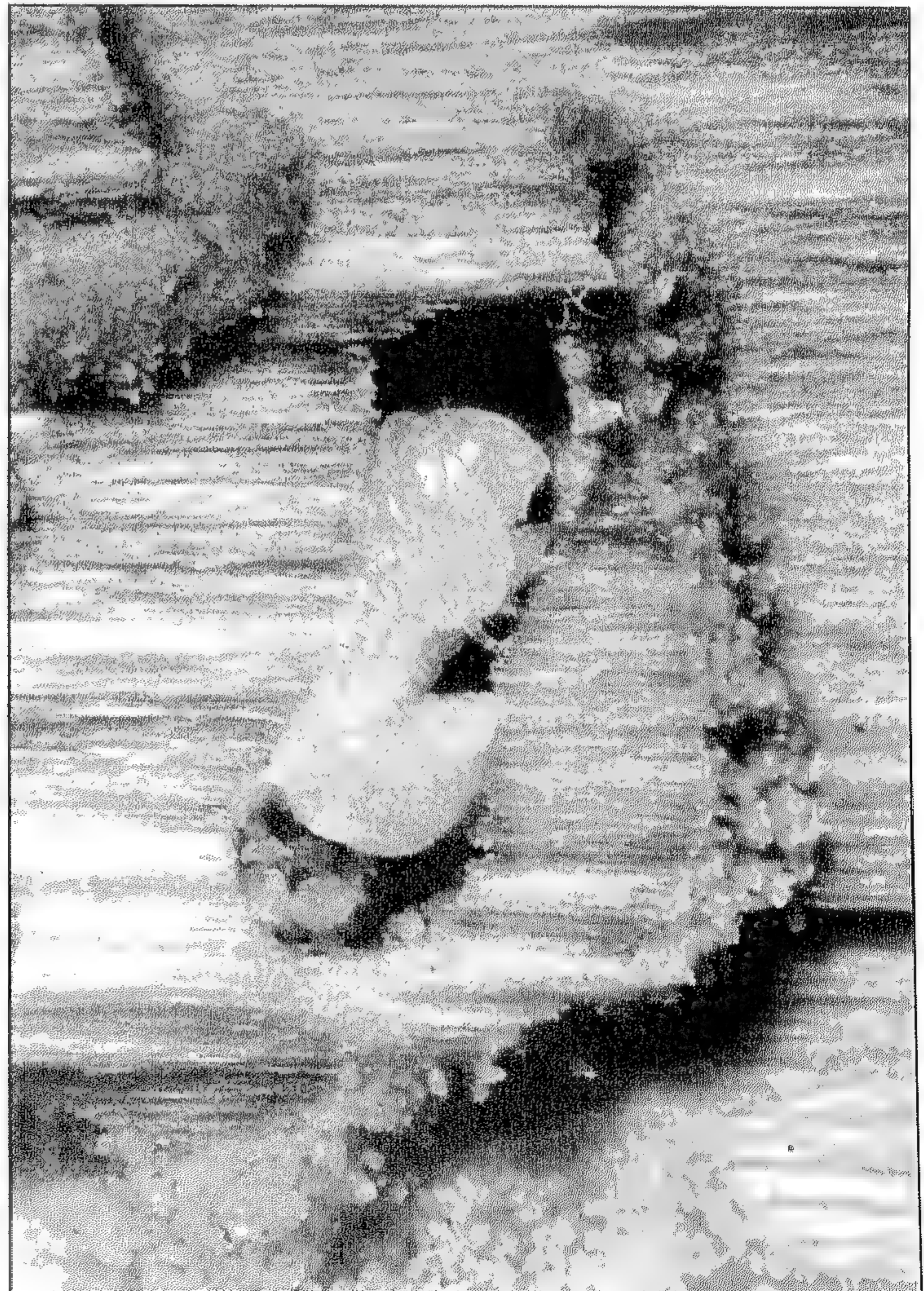
صورة رقم (١٩١ - ب)

توضح بقايا المعجون في الشرخ الطولي العميق الذي يوجد بطول يمين تمثال «كاعبر» (أ) ، وبالشرخ الموجود بالجانب الأيمن لوجه تمثال الشاب (ب) ، ويلاحظ أن كلاً من الشرخين تعرضا للاتساع وتساقط طبقات المعجون بسبب التغيرات في الرطوبة النسبية .



صورة رقم (٩٢)

الطور الكامل لحشرة "Anobiium punctatum" (١)



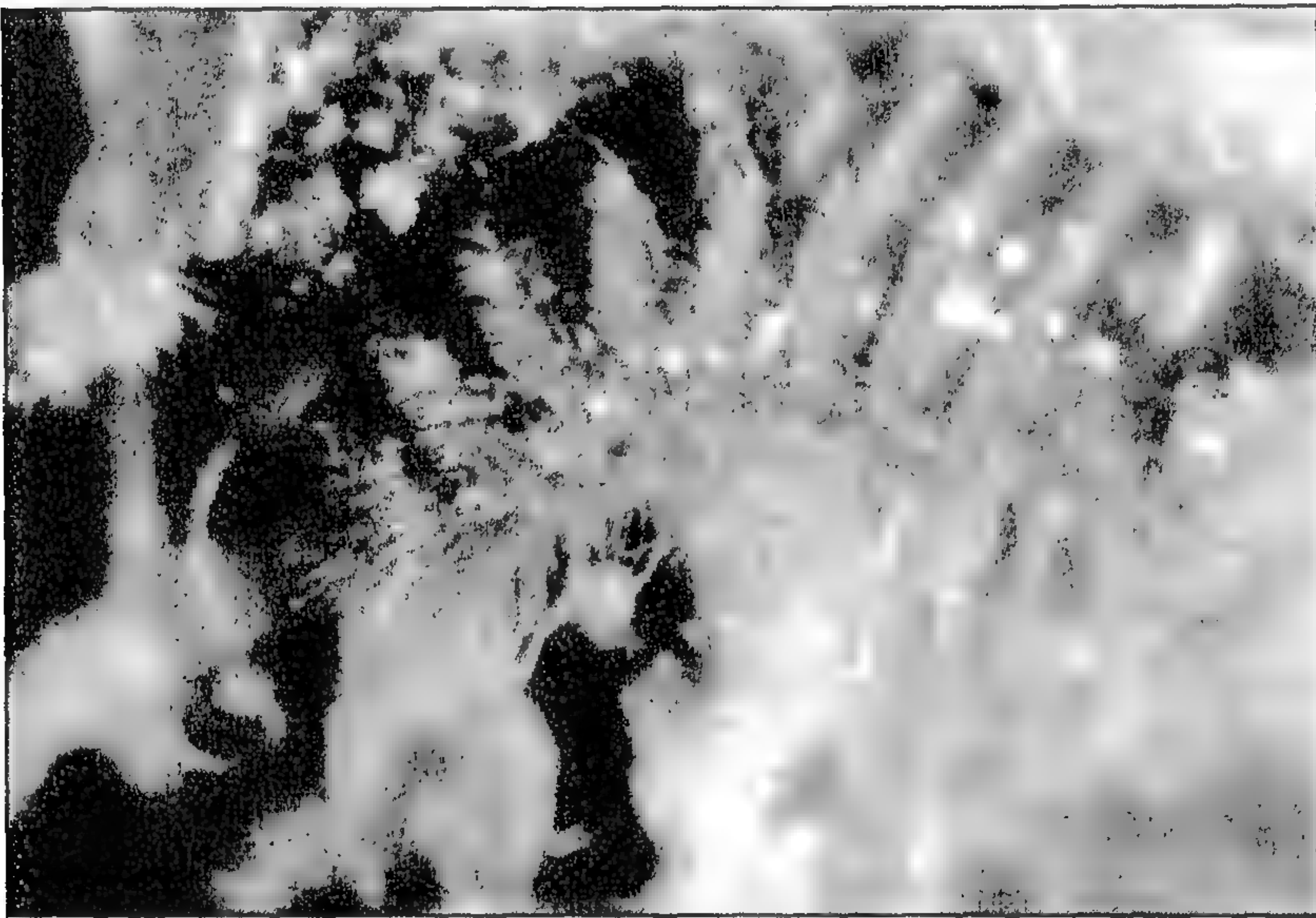
صورة رقم (٩٣)

يرقة حشرة "Anobiium punctatum" (١)

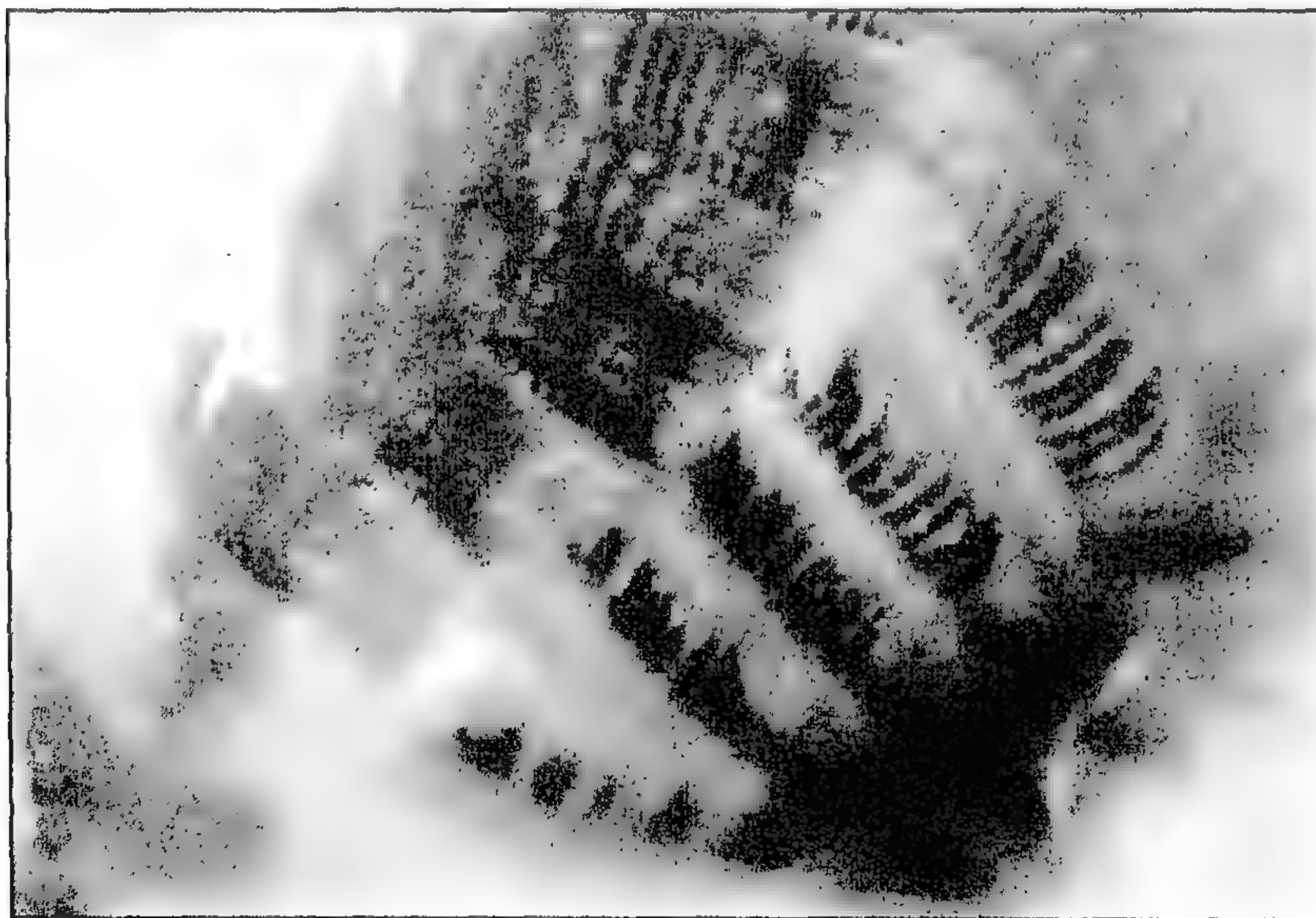


صورة رقم (٩٤)

صورة بالأشعة السينية لتمثال الشاب توضح مدى تغلغل التآكل الحشري داخل جسم التمثال حيث بدأ متسعاً ثم يقل كلما توغل في عمق الخشب .



(أ)

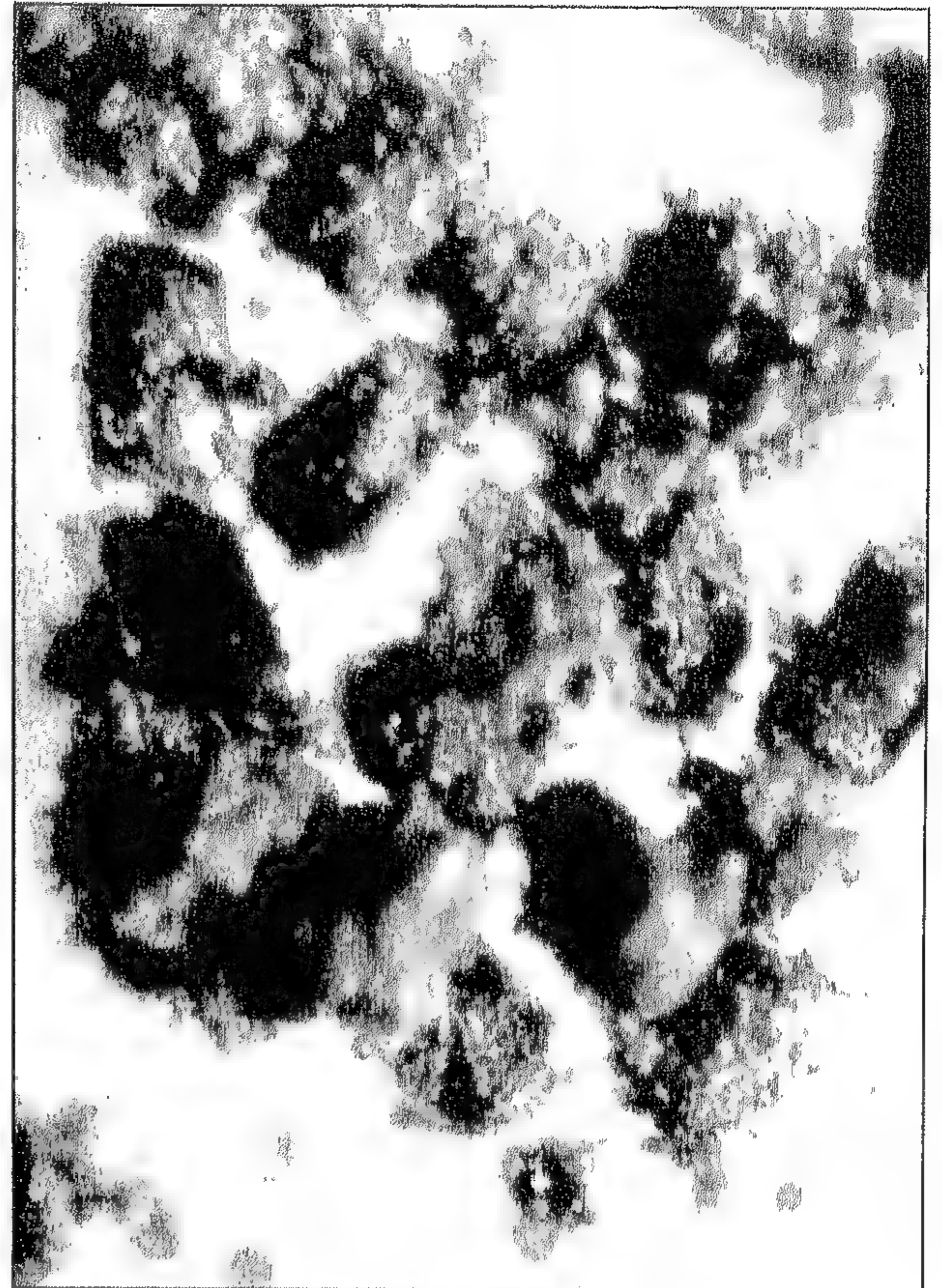
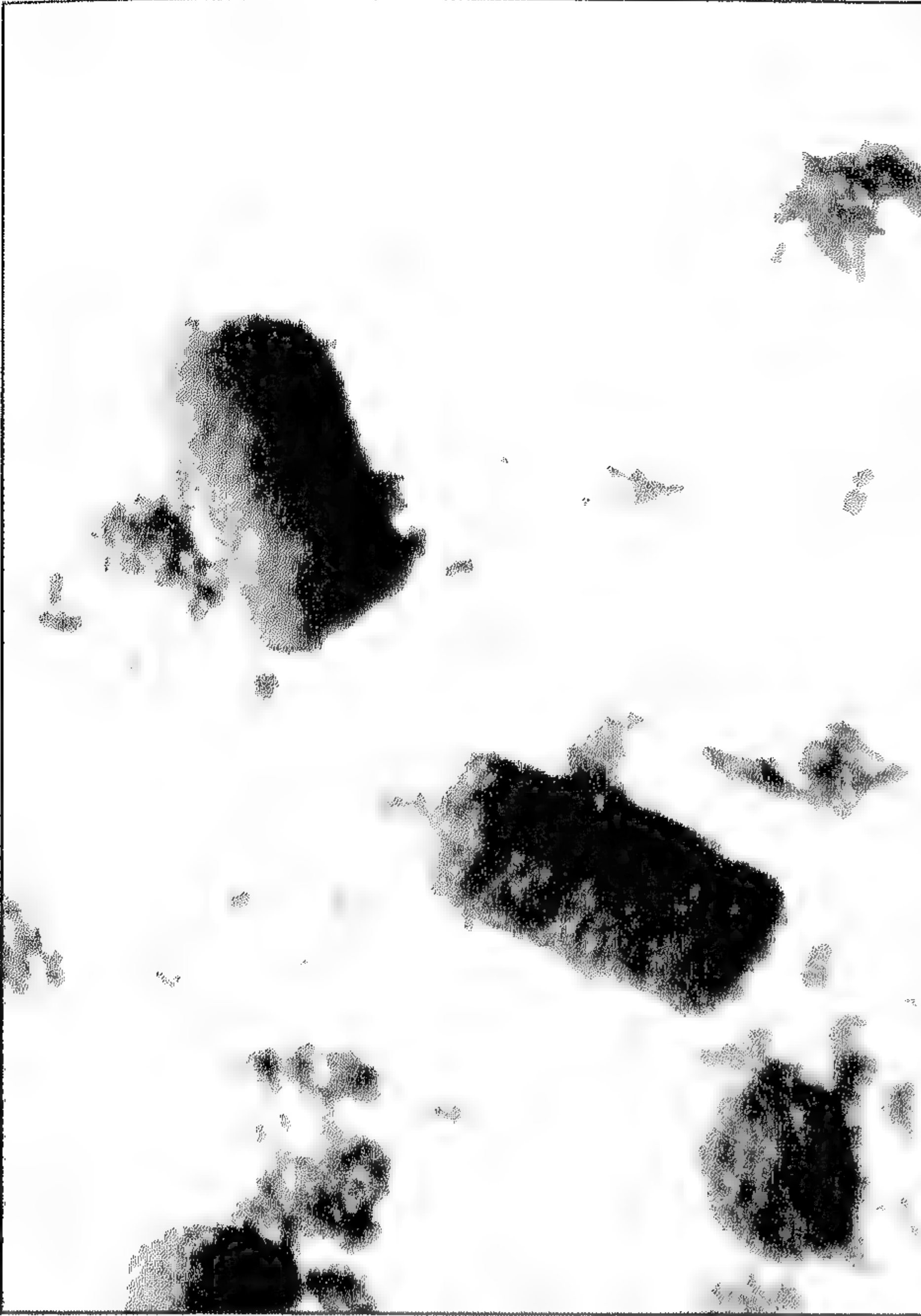


صورة رقم (١٩٥ - ب)

صور مكبرة لبعض الانسلاخات الحشرية التي عثر عليها داخل الأنفاق الحشرية بجسم تمثال الشاب . ويلاحظ الشعيرات الداكنة اللون التي توجد بين عقل الجسم والتي هي من صفات يرقة حشرة «الدرمستيس» .

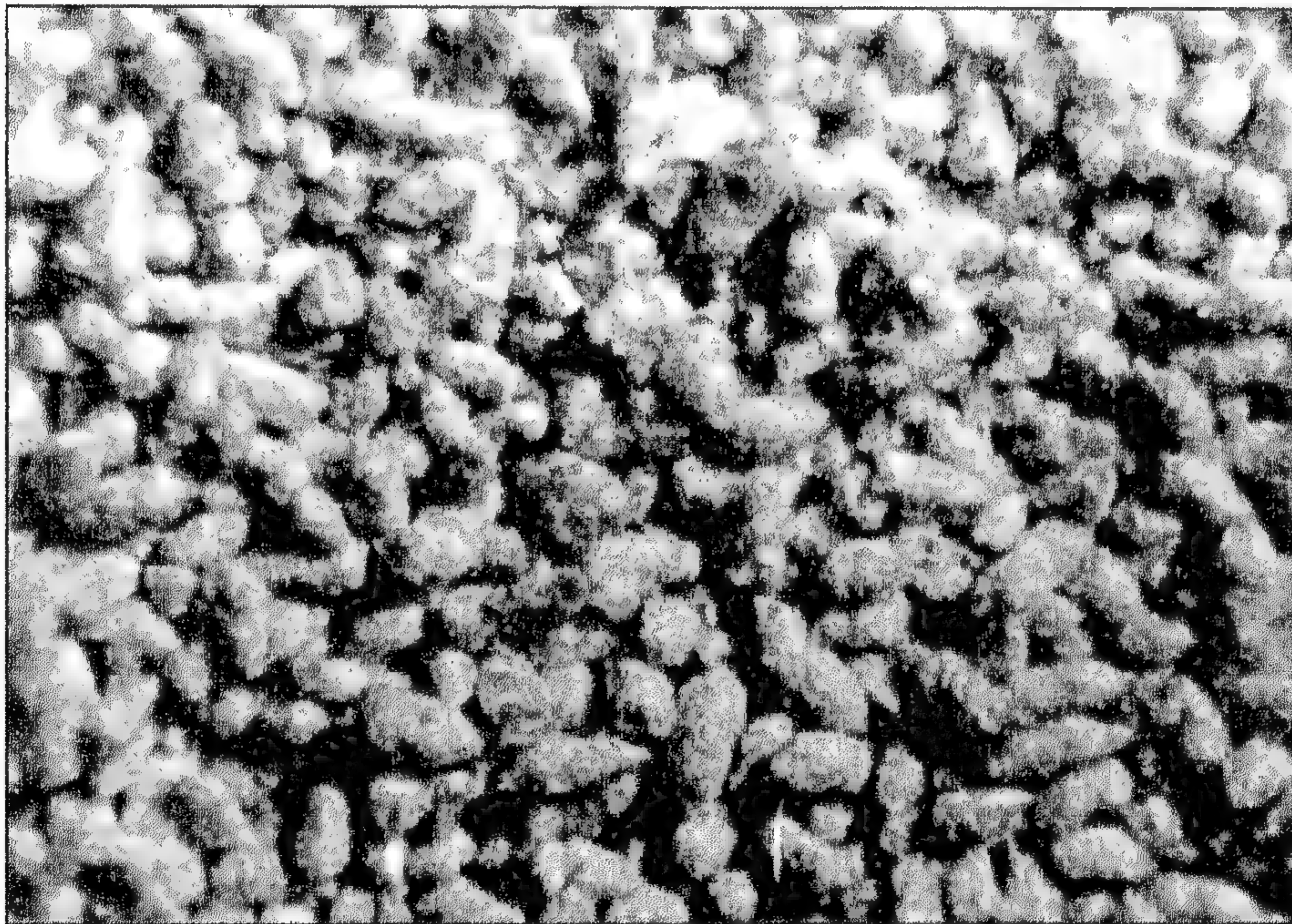
[صورة بالأستريوميكروسكوب]
[تكبير ٤٠ X] .

(ب)



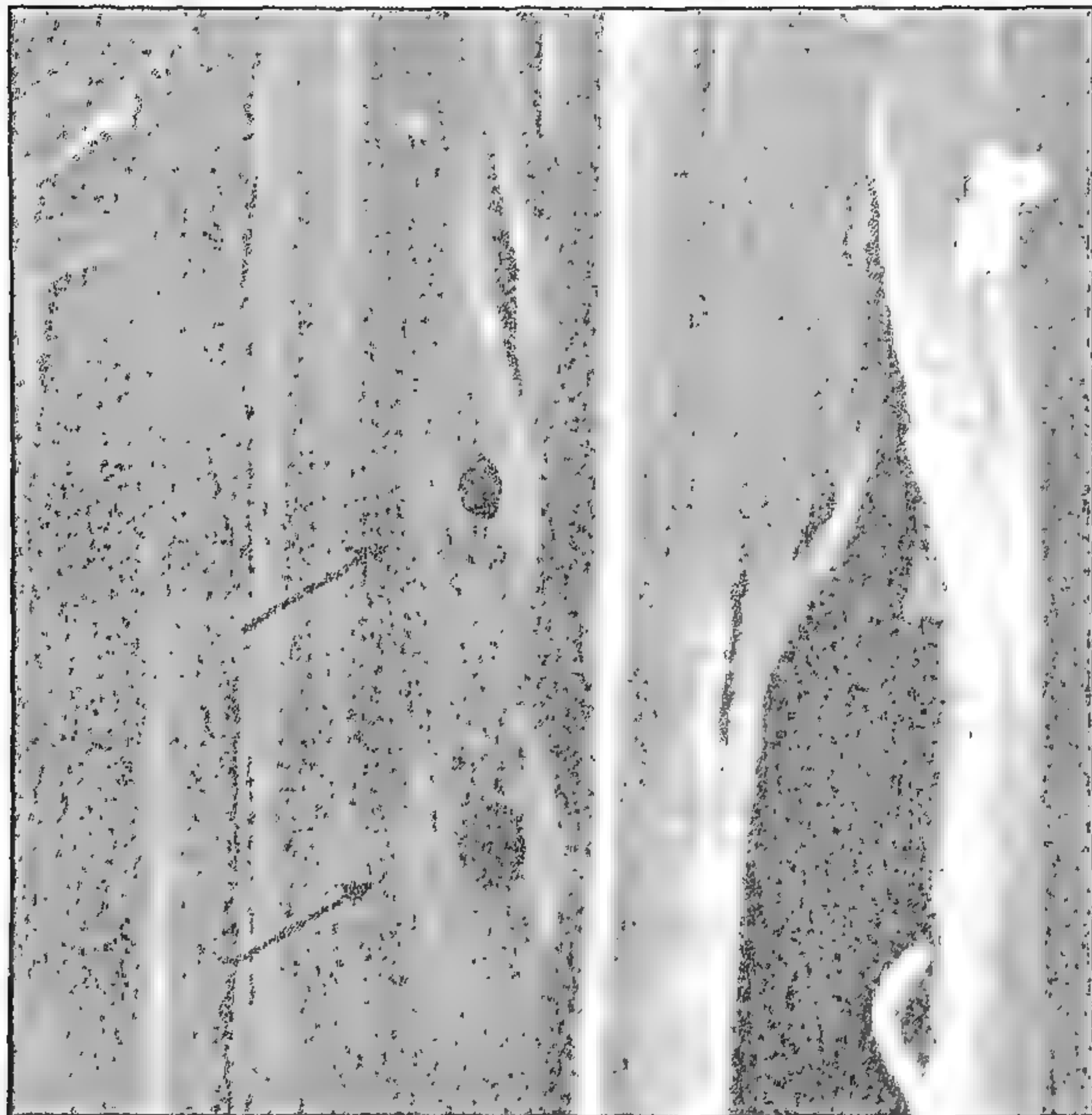
صورة رقم (٩٦)

توضح شكل الكريات الأسطوانية التي عثر عليها داخل التآكل الحشري بالقطاع المنشور وبظهر تمثال «زوجة شيخ البلد» .
[صورة بالاستريوميكروسكوب - تكبير ١٠٠ X] .



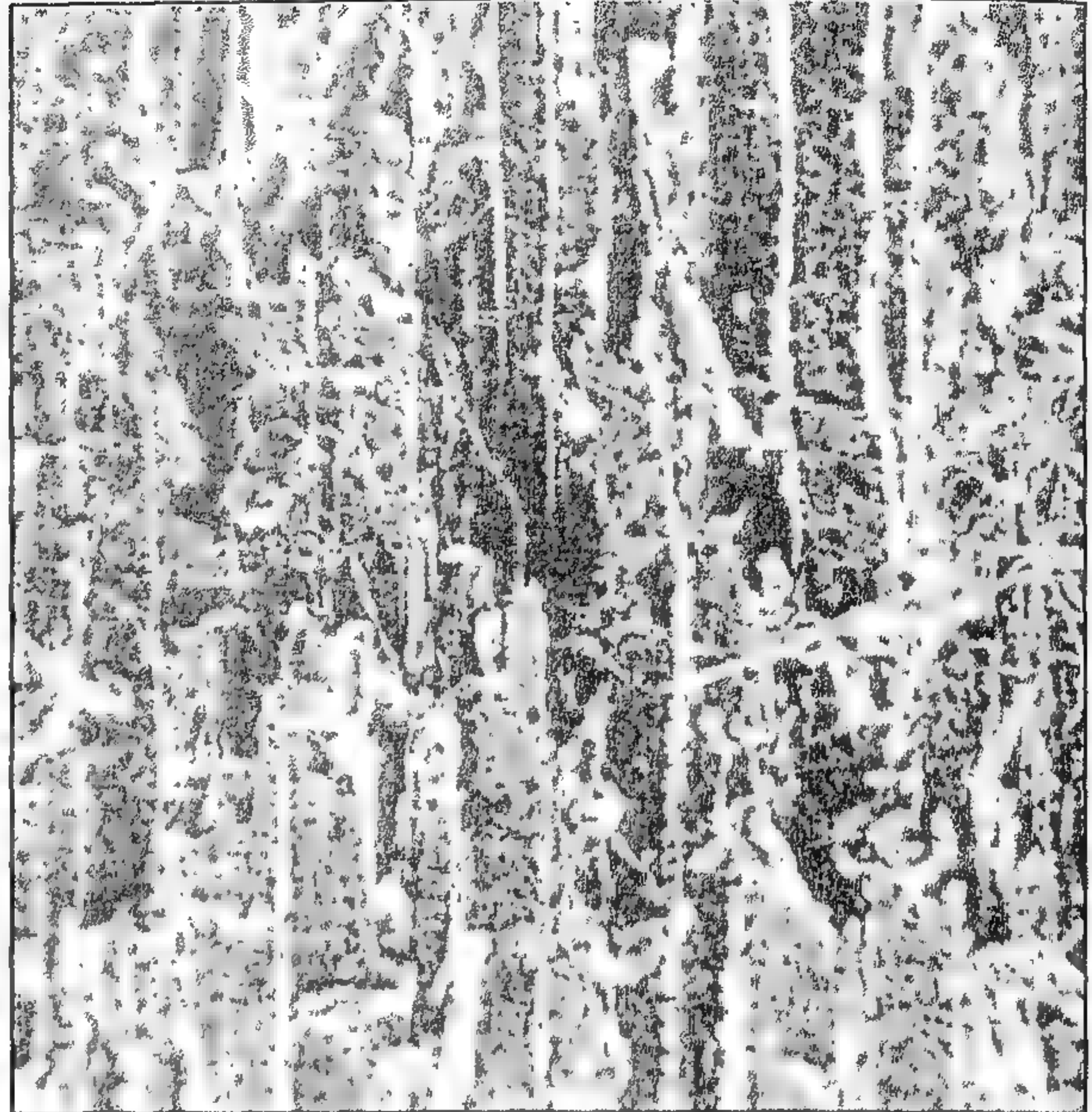
صورة رقم (٩٧)

توضح كرات من فضلات يرقات حشرة "Anobium" (١)



صورة رقم (٩٩)

قطاع طولى قطرى فى خشب البتولا المصاب بالعفن الأبيض الذى تسبب فى ازدياد حجم النقر^(١) .



صورة رقم (٩٨)

مرحلة متقدمة من العفن الأبيض أدت إلى تعرض محتويات الخلايا للتدهور^(١) .



صورة رقم (١٠١)

إصابة متقدمة بالعفن البنى أدت إلى تمدد الجدران الثانوية (S) وتشوه مناطق الصفيحة الوسطى بين الخلايا مع تواجد بقايا من هيفات الفطر فى فراغ الخلايا (الأسهم)^(١) .



صورة رقم (١٠٠)

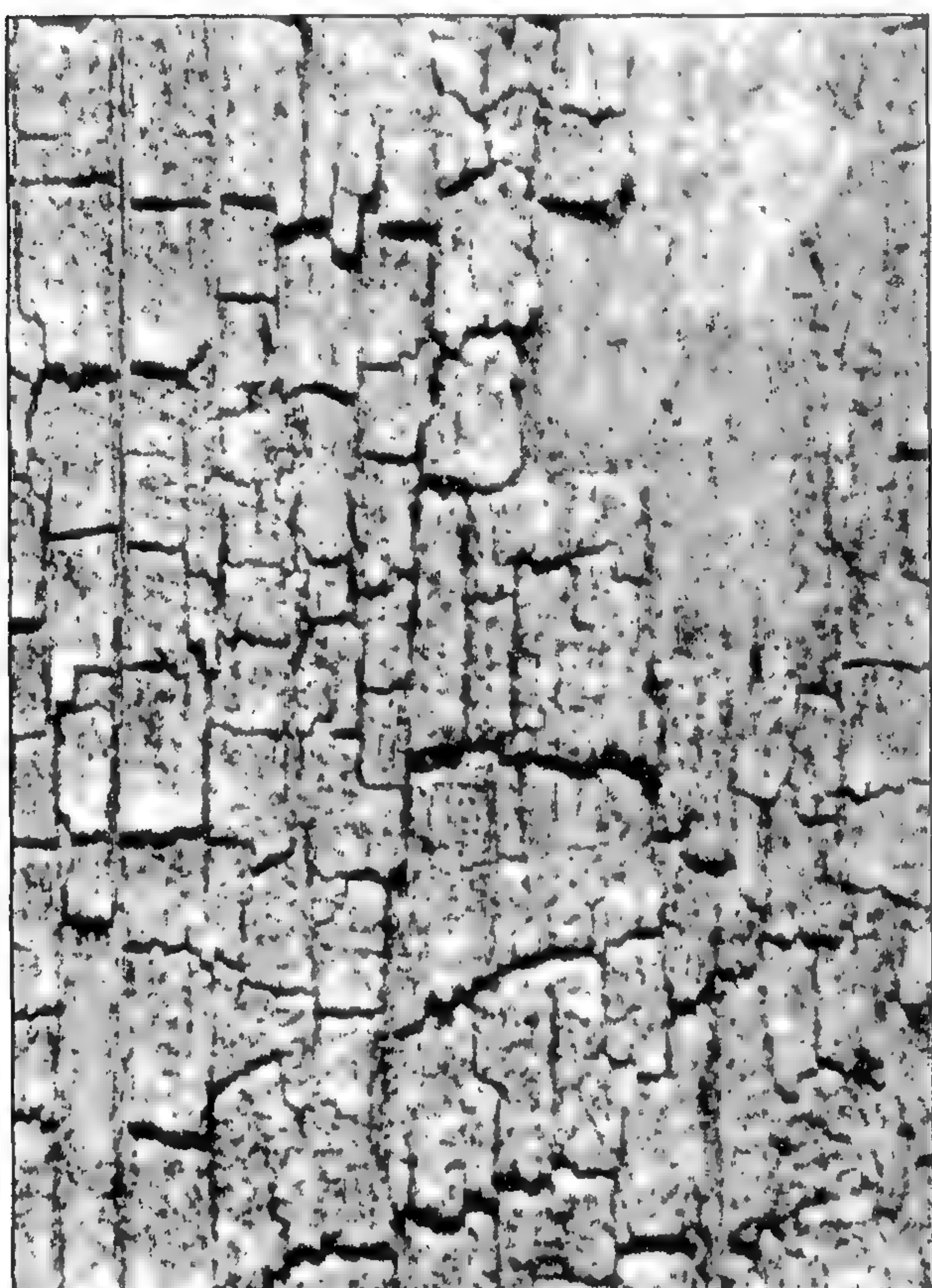
توضح مظهر الخشب الجاف المصاب بالعفن البنى^(١) .

- 1- Blanchette, R. , Nilsson, T. and others; Op. Cit., P.145, Fig. 2b.
- 2- Eaton, R. and Hale, M.; Op. Cit., P.96, Fig. 307.
- 3- Blanchette, R. , Nilsson, T. and others; Op. Cit., P.152, Fig. 6a.
- 4- Blanchette, R. , Haight, J. and others; Op. Cit., P.66, Fig. 6D.



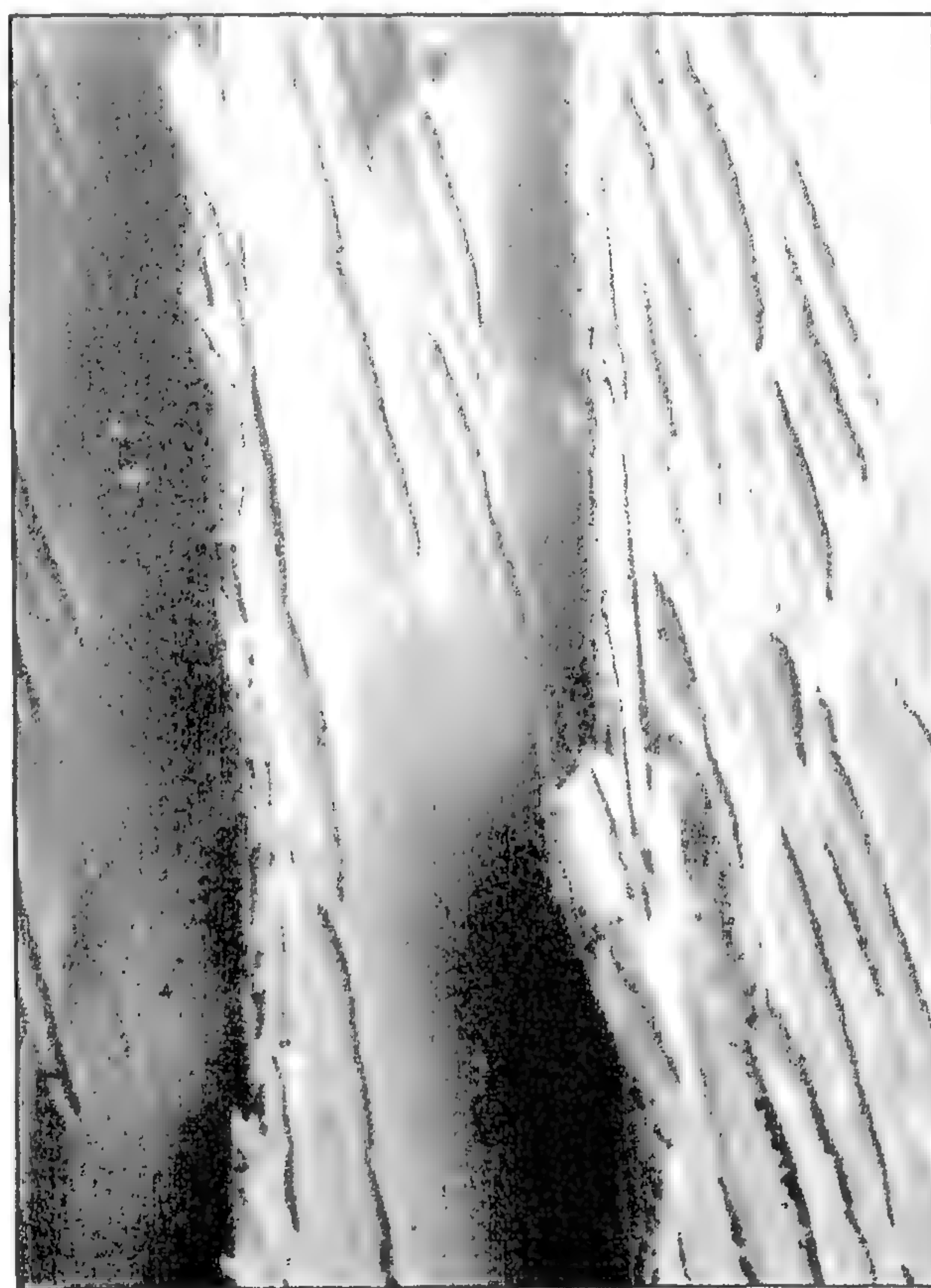
صورة رقم (١٠٢)

صورة بالميكروسكوب الالكتروني النافذ لقطاع عرضي باللياف خشب تابوت مصري قديم تظهر الفراغات الناتجة عن الاصابة بالعفن الطرى في كل من طبقات S_1 و S_2 (١).



صورة رقم (١٠٤)

توضح سطح خشب مصاب بالعفن الطرى حيث يظهر واضحاً الشروخ السطحية العرضية التي تعتبر من أهم مظاهر الاصابة (٢).



صورة رقم (١٠٣)

توضح الفراغات الناتجة عن العفن الطرى بجدران الخلايا في القطاع الحلولى القطرى للقسيبات (٣).

1- Nilsson, T. and Daniel, G.; Op. Cit., P.72, Fig. 1.

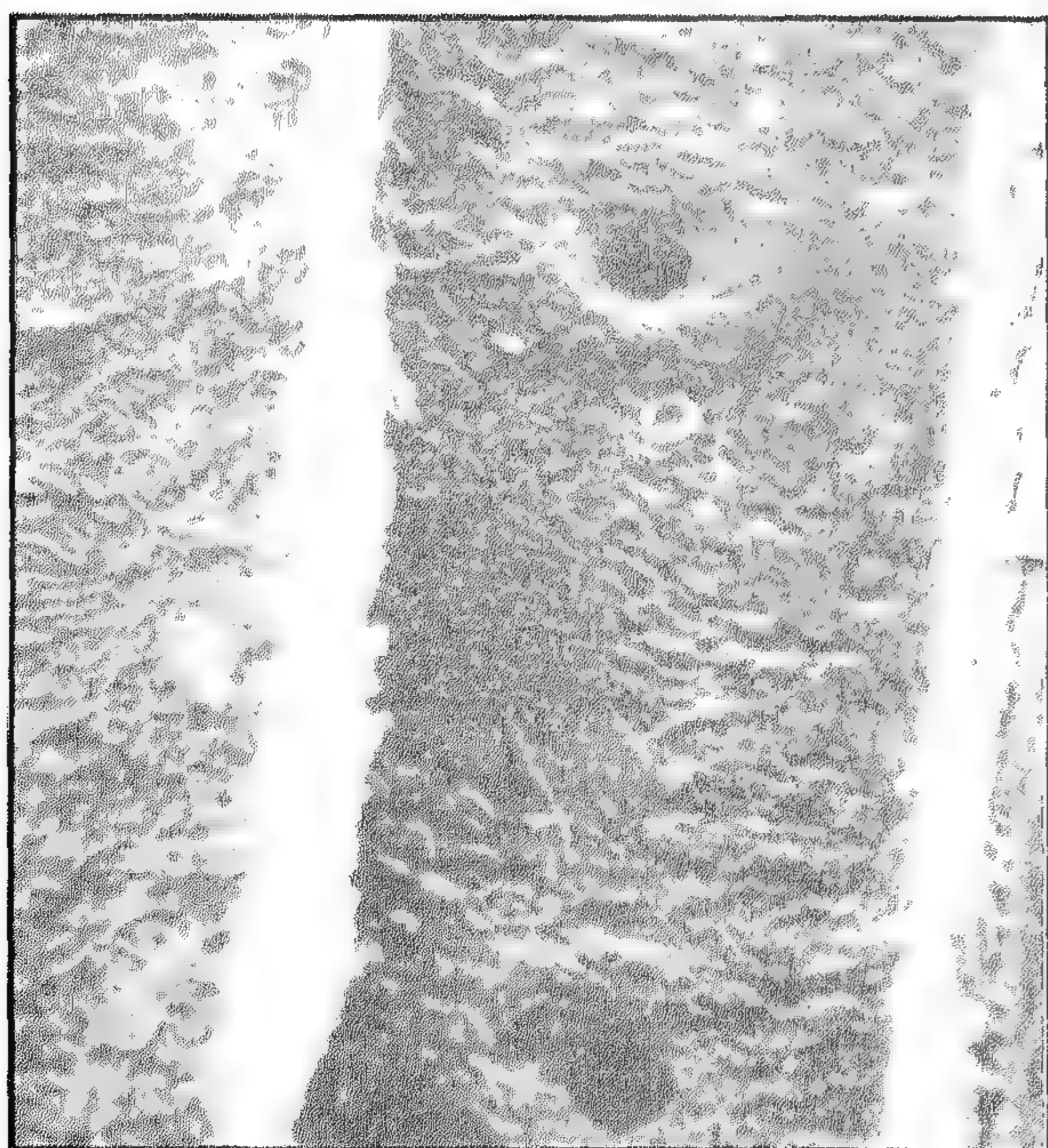
2- Blanchette, R. and Simpson, E.; "Soft Rot and Wood Pseudomorphs in an Ancient Coffin", IAWA. Bulletin n.s., Vol. 13 (2), U.S.A., 1992, Fig. 9.

3-Eaton, R. and Hale, M.; Op. Cit., P.99, Fig. 3-10.



صورة رقم (١٠٥)

توضح هيفاً فطريات التبقيع وهى تخرق جدران خلايا الخشب (١) .



صورة رقم (١٠٧)

توضح مظهر الإصابة ببكتريا الأنفاق داخل أحد قصيبات خشب الصنوبر (٣) .



صورة رقم (١٠٦)

توضح مظهر ساق شجرة صنوبر تعرضت للتدهور بسبب إصابتها ببكتريا التآكل حيث تظهر الشروخ الدقيقة التى تتشابه فى المظهر مع الشروخ التى تعتبر من خصائص الإصابة بالعفن الطرى والعفن البنى (٢) .

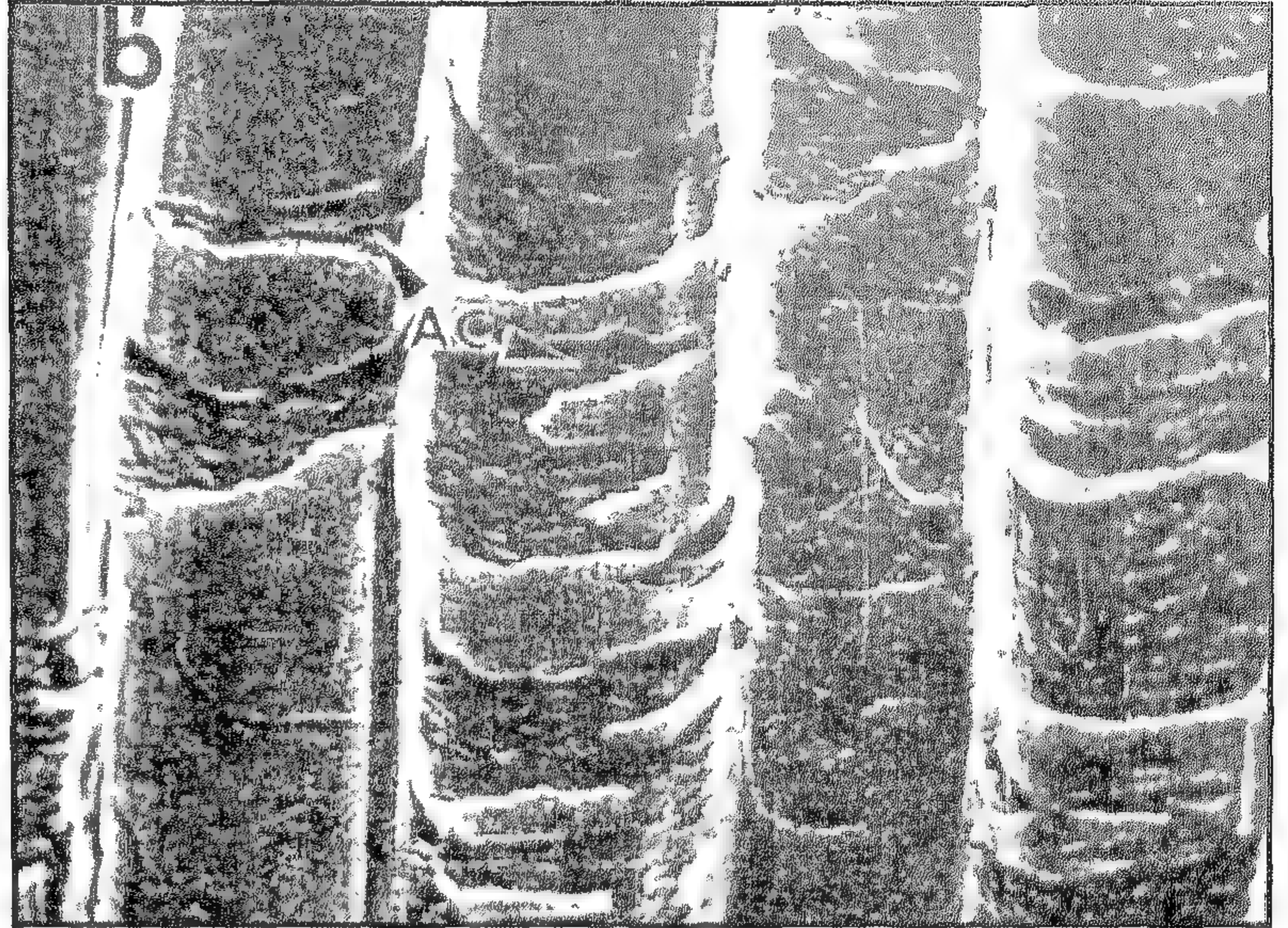
1-Eaton, R. and Hale, M.; Op. Cit., P. 138, Fig. 5-4 C.

2- Blanchette, R. Nilsson, T. and others; Op. Cit., P.167, Fig. 13.

3-Eaton, R. and Hale, M.; Op. Cit., P. 149, Fig. 6-1.

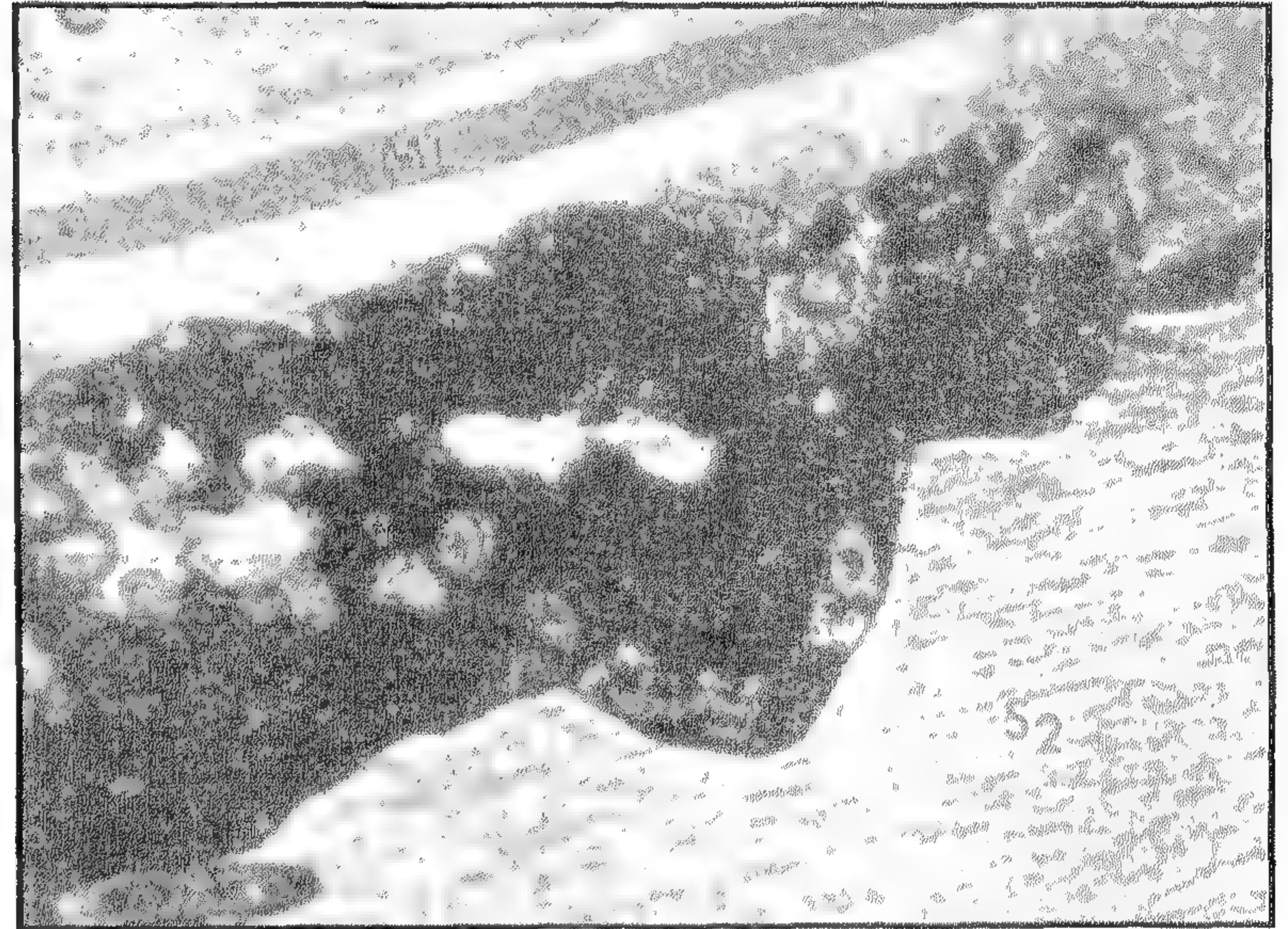
صورة رقم (١٠٨)

توضح التجاويف غير المنتظمة
الناجمة عن مهاجمة بكتريا التجاويف
لطبقة S₂ بجدران خلايا قصبيات
خشب الصنوبر (١) .



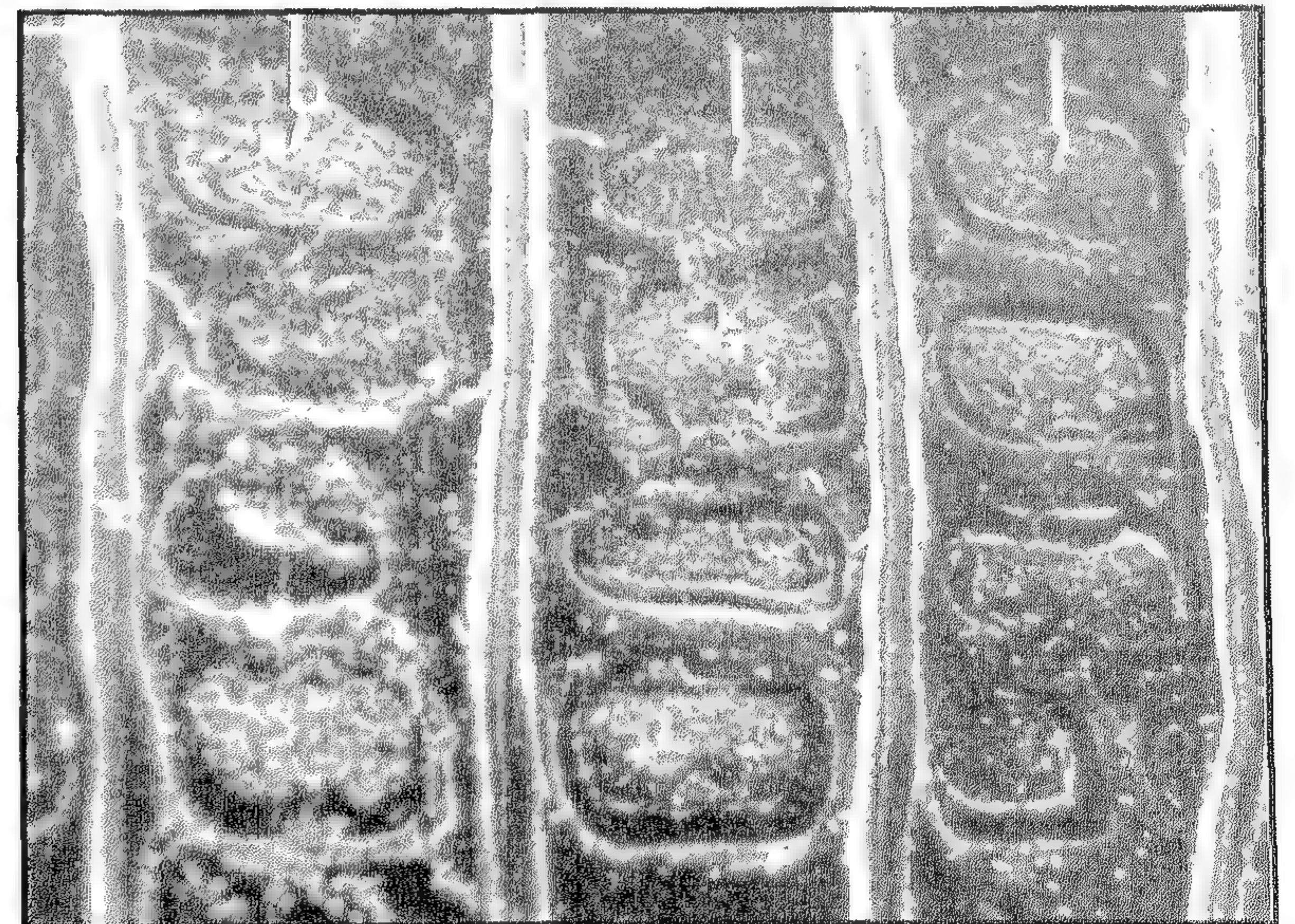
صورة رقم (١٠٩)

توضح تأثير بكتريا التآكل على طبقة
S₂ بجدران خلايا خشب الصنوبر
حيث تتسبب في المراحل المتقدمة
من الإصابة في تكوين تجاويف بهذه
الطبقة (٢) .



صورة رقم (١١٠)

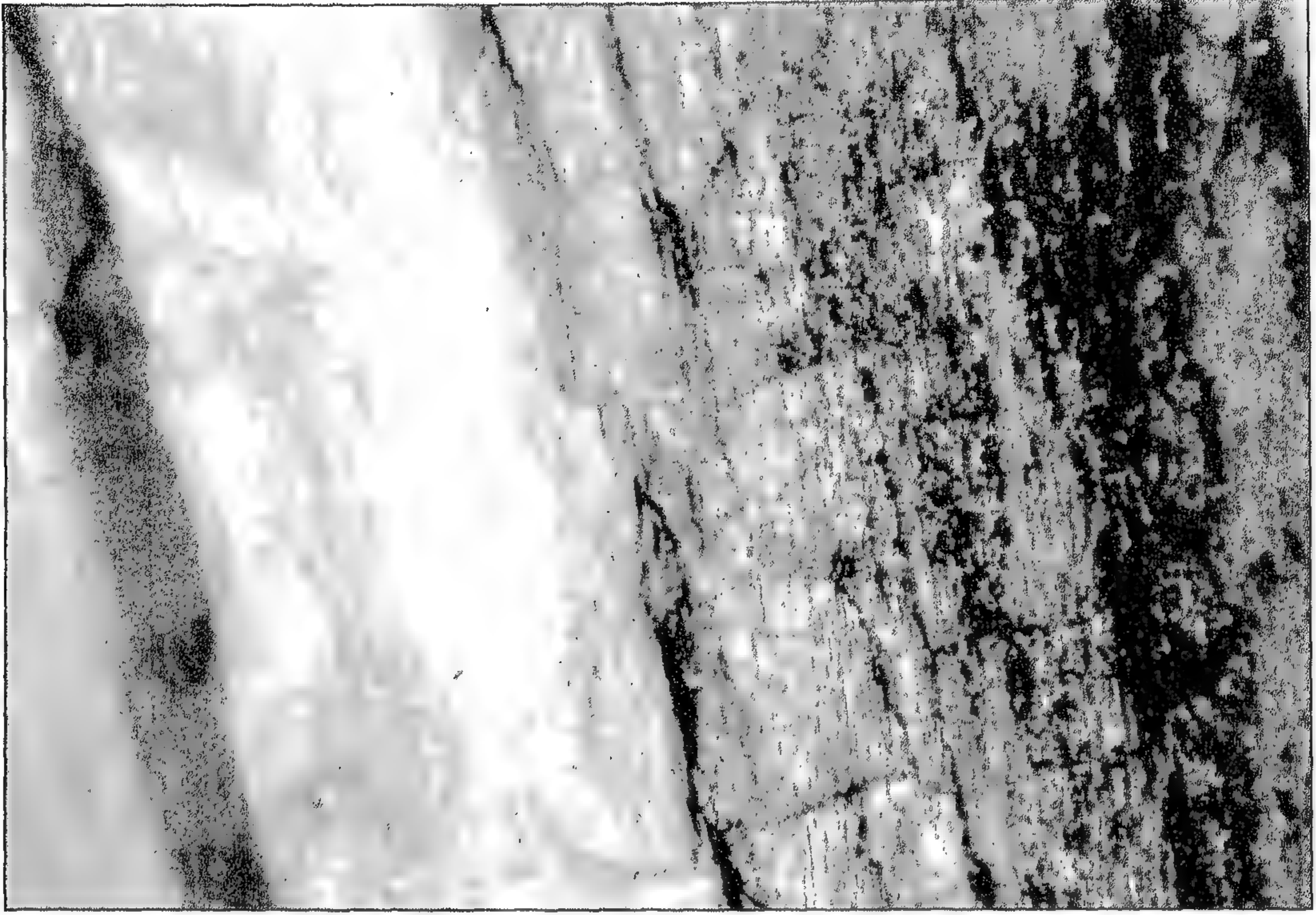
توضح مظهر وحدات النقر بالخشب
العصاري لخشب الصنوبر الذي
تم مهاجمته بواسطة البكتريا (٣) .



1- Blanchette, R. , Nilsson, T. and others; Op. Cit., P.166, Fig. 12 b.

2- Ibid., P. 161, Fig. 9 e.

3- loc., Cit., Fig. 9 a.



صورة رقم (١١١)

صورة مكبرة بتمثال «كاعبر» توضح موضع اتصال جزء من الطبقة المتحولة ذات اللون الفاتح مع خشب التمثال حيث يظهر واضحاً مدى الاختلاف في اللون ومظهر السطح . [صورة بالأسترئوميكروسكوب - تكبير X٤٠] .



صورة رقم (١١٣)

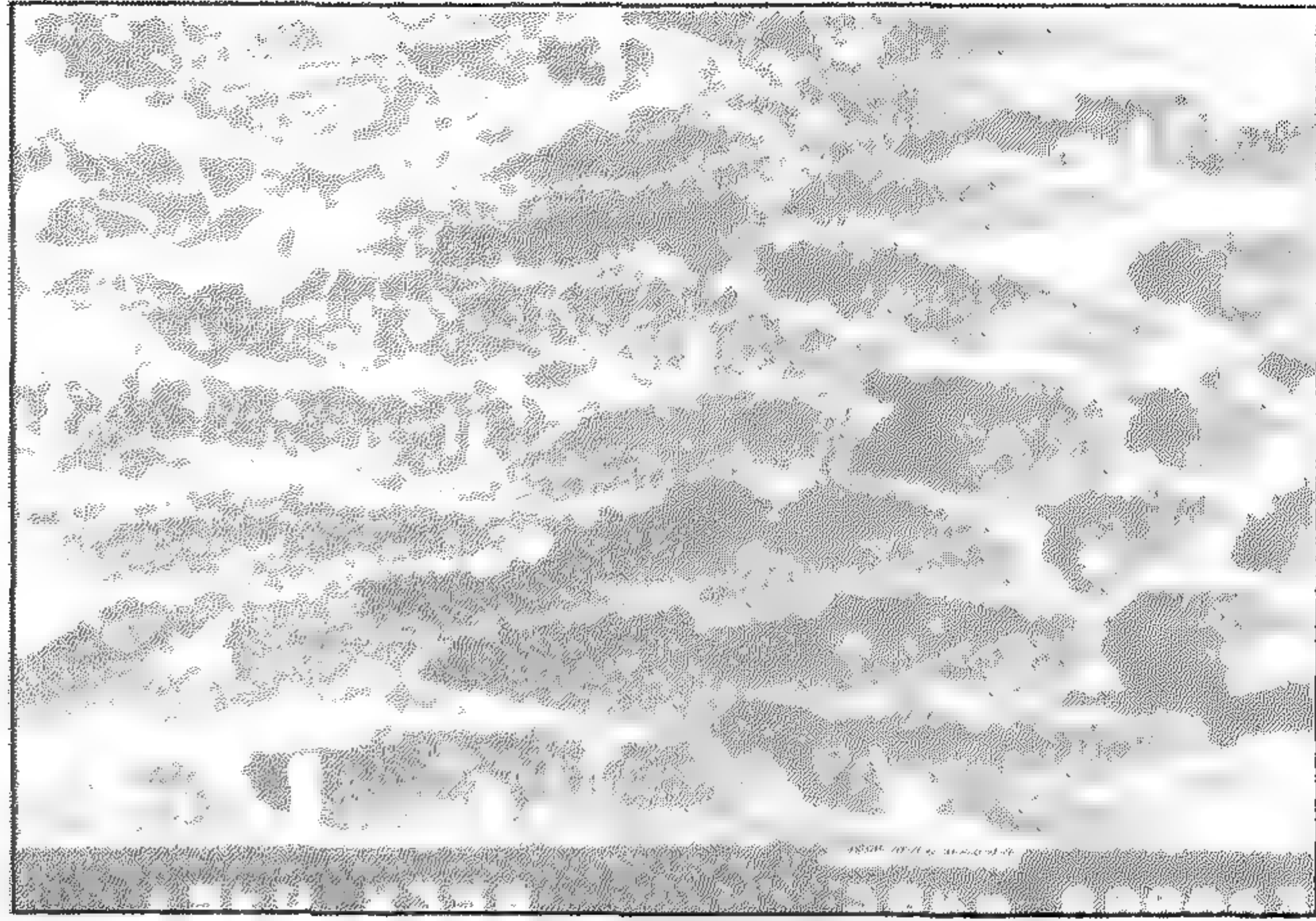
توضح حالة سطح الخشب بقبضة اليد اليسرى لتمثال «كاعبر» .



صورة رقم (١١٢)

السطح الخلفي لجزء من الطبقة المتحولة بالصورة السابقة يوضح وجود ذرات من مسحوق أبيض منتشر على السطح .
[صورة بالأسترئوميكروسكوب - تكبير X١٦] .

(أ)



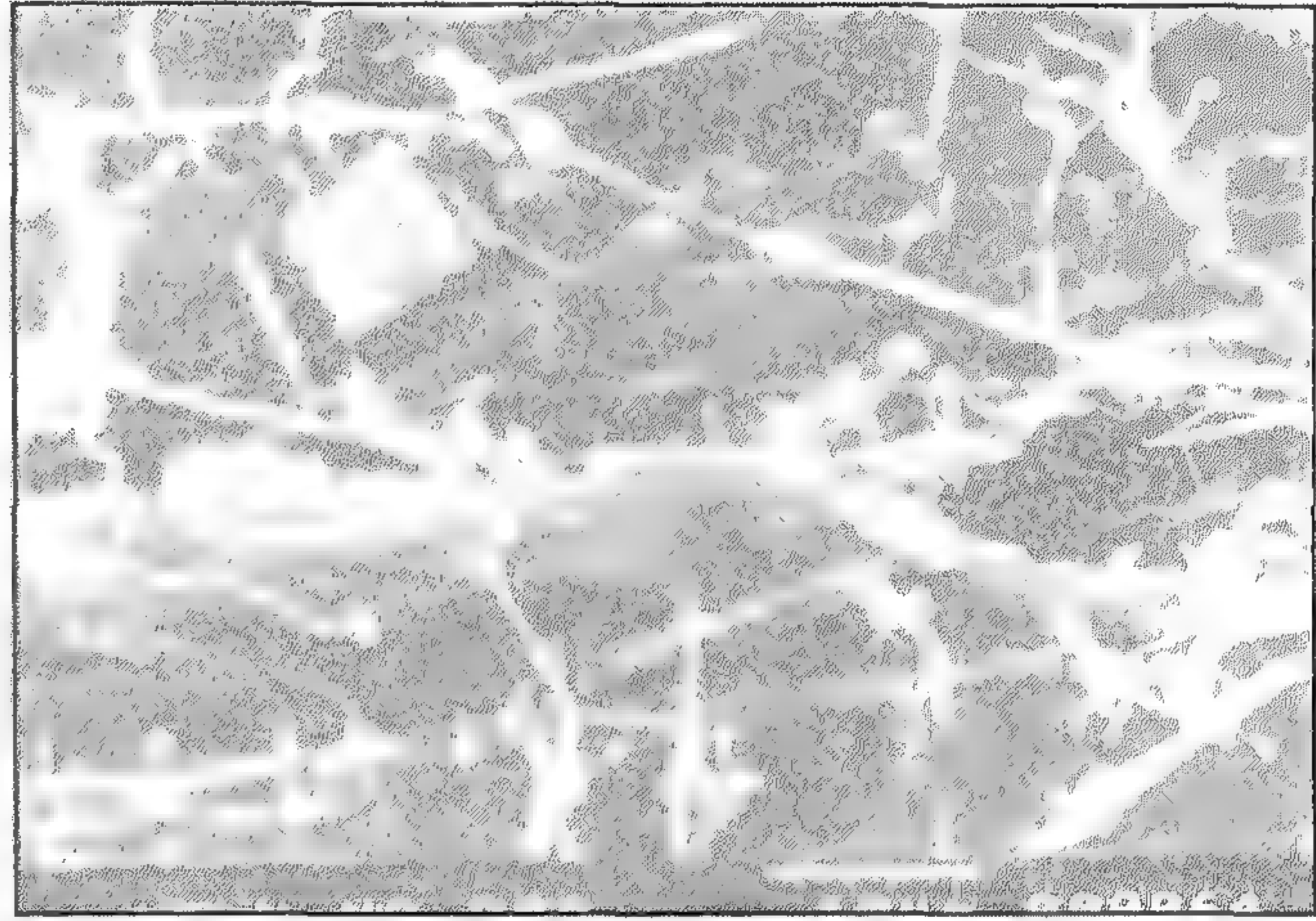
صورة رقم (١١٤-ب)

قطاع عرضي مماسي في عينة خشب من الطبقة المتحولة ذات اللون الفاتح بتمثال «كاعبر» يوضح صفوف الخلايا البرانشيمية التي يوجد على جدرانها الداخلية المنقورة غزل فطري كثيف وتوضح الصورة (ب) جزء مكبر من الغزل الفطري المتشابك الذي يخرج منه الحوامل الجرثومية .

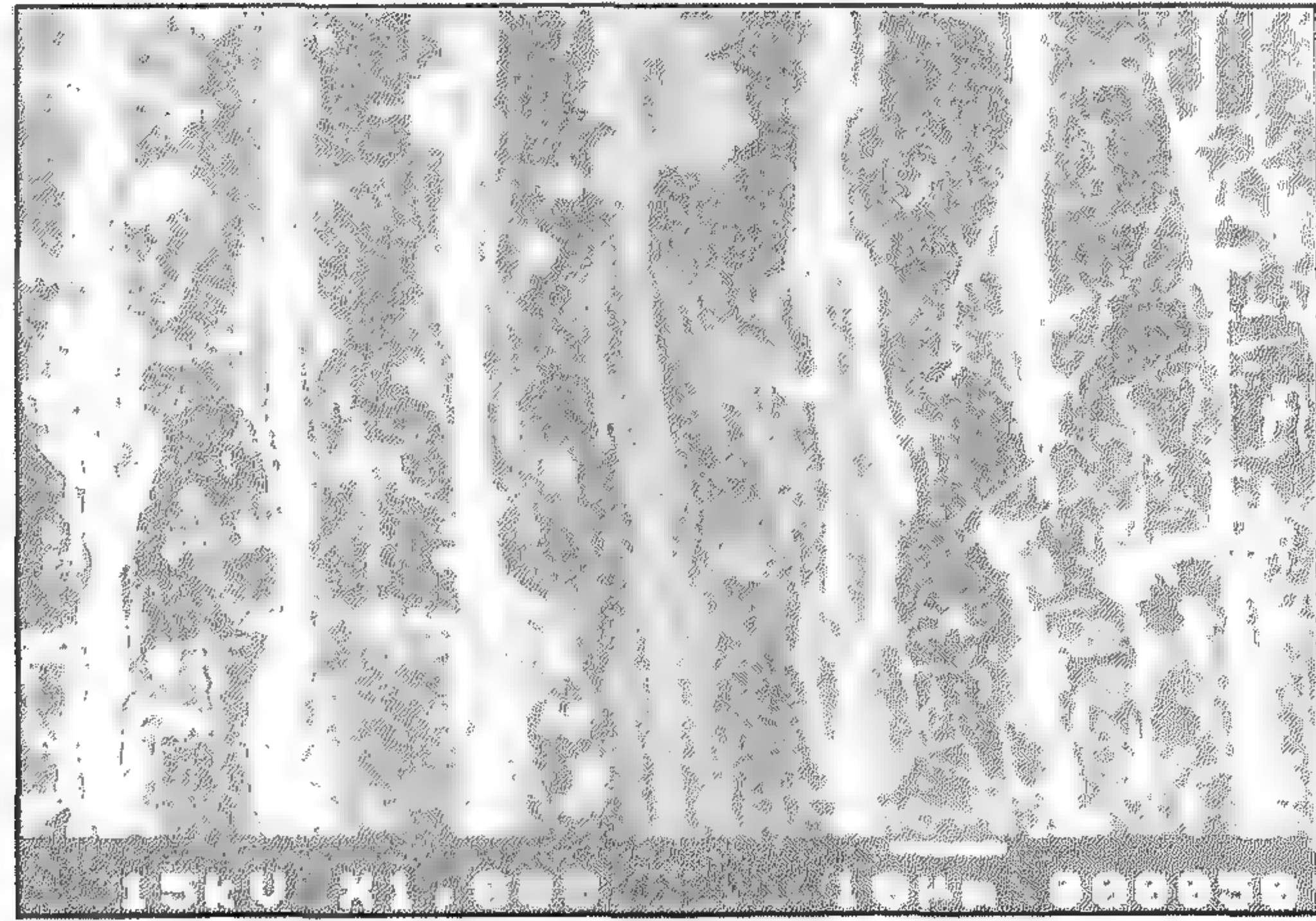
[صورة بالماسح الإلكتروني]

[تكبير (أ) X٢٥٠ - (ب) X٢٠٠٠]

(ب)



(أ)



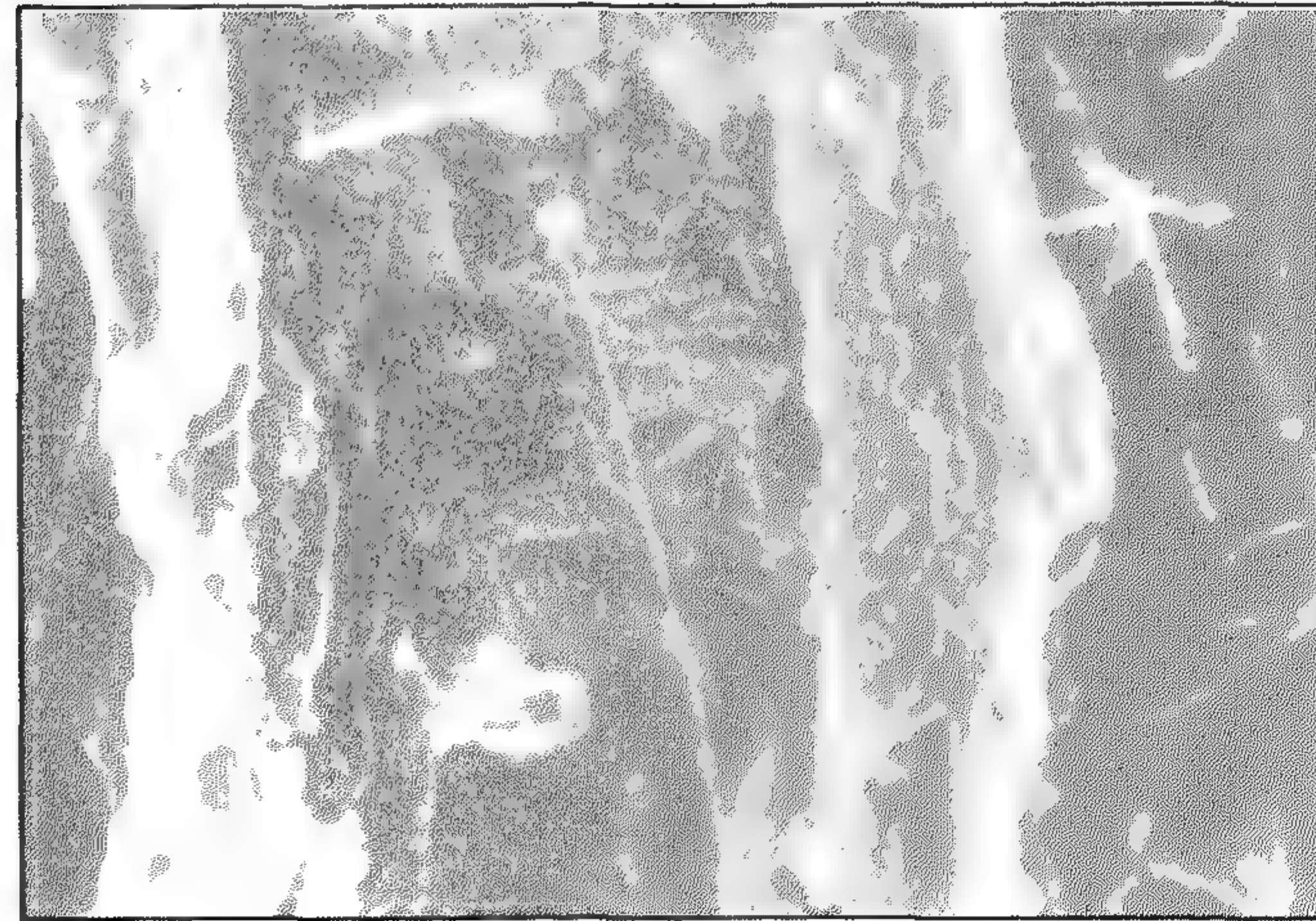
صورة رقم (١١٥-ب)

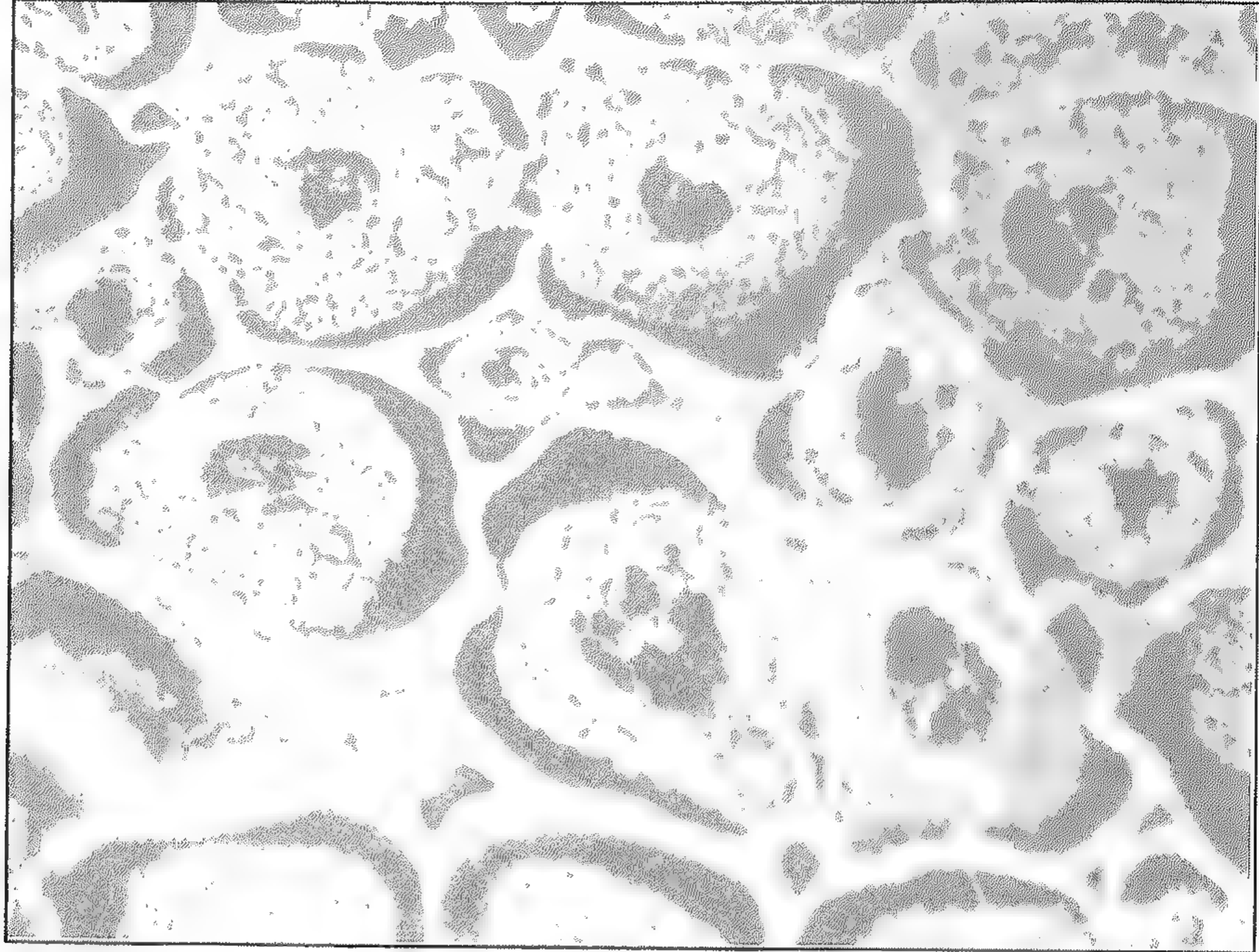
قطاع طولى قطري في عينة خشب من تمثال «كاعبر» توضح صفوف من الأشعة النخاعية المهتكة الجدر والتي يملأ فراغها غزل فطري كثيف ويظهر في الصورة (ب) أحد الحوامل الجرثومية للإصابة الفطرية ومجموعة من الجراثيم متجمعة أقصى اليسار .

[صورة بالماسح الإلكتروني]

[تكبير (أ) X١٠٠٠ - (ب) X٢٥٠٠]

(ب)





صورة رقم (١١٦)

توضح مظاهر التدهور بجدران الخلايا الخشبية الناتج عن الإصابة ببكتريا الانفاق حيث تظهر الفراغات المختلفة الأشكال في طبقات الجدران الثانوية مع شبه انفصالها عن الصفيحة الوسطى^(١) .



صورة رقم (١١٧)

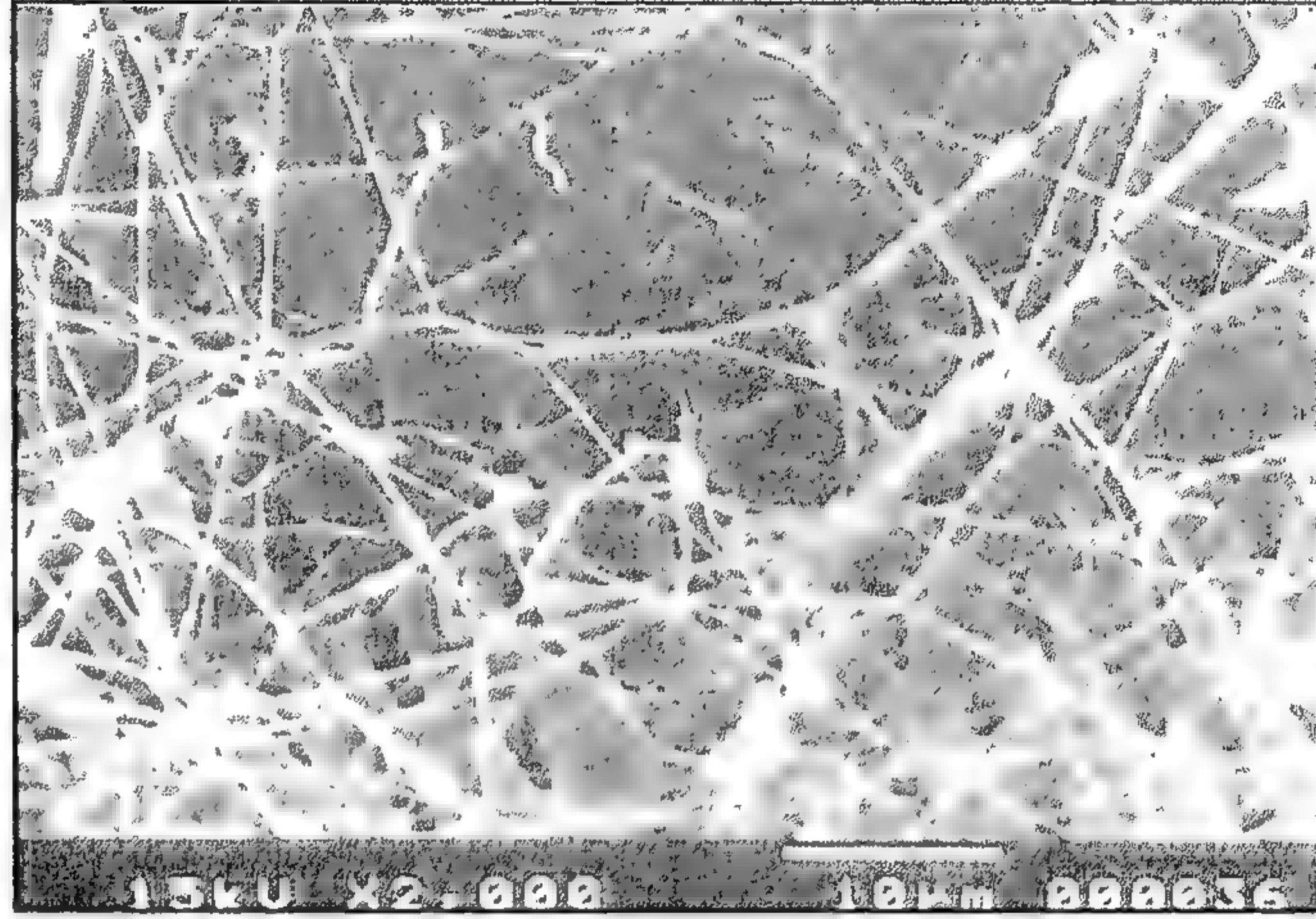
قطاع عرضي في عينة من خشب تمثال «كاعبر» يوضح مظاهر التدهور بجدران الخلايا الخشبية والتي تتشابه تماماً مع مظاهر التدهور الناتجة عن الإصابة ببكتريا الانفاق الموضحة في الصورة السابقة .
[صورة بالماسح الإلكتروني - تكبير X ٢٠٠٠] .

1 - Blanchette, R. ; "Biodeterioration of Archaeological Wood", Biodeterioration Abstracts, Vol. 9, No. 2, CAB. Internation, U.S.A., 1995, Fig. 10 a.

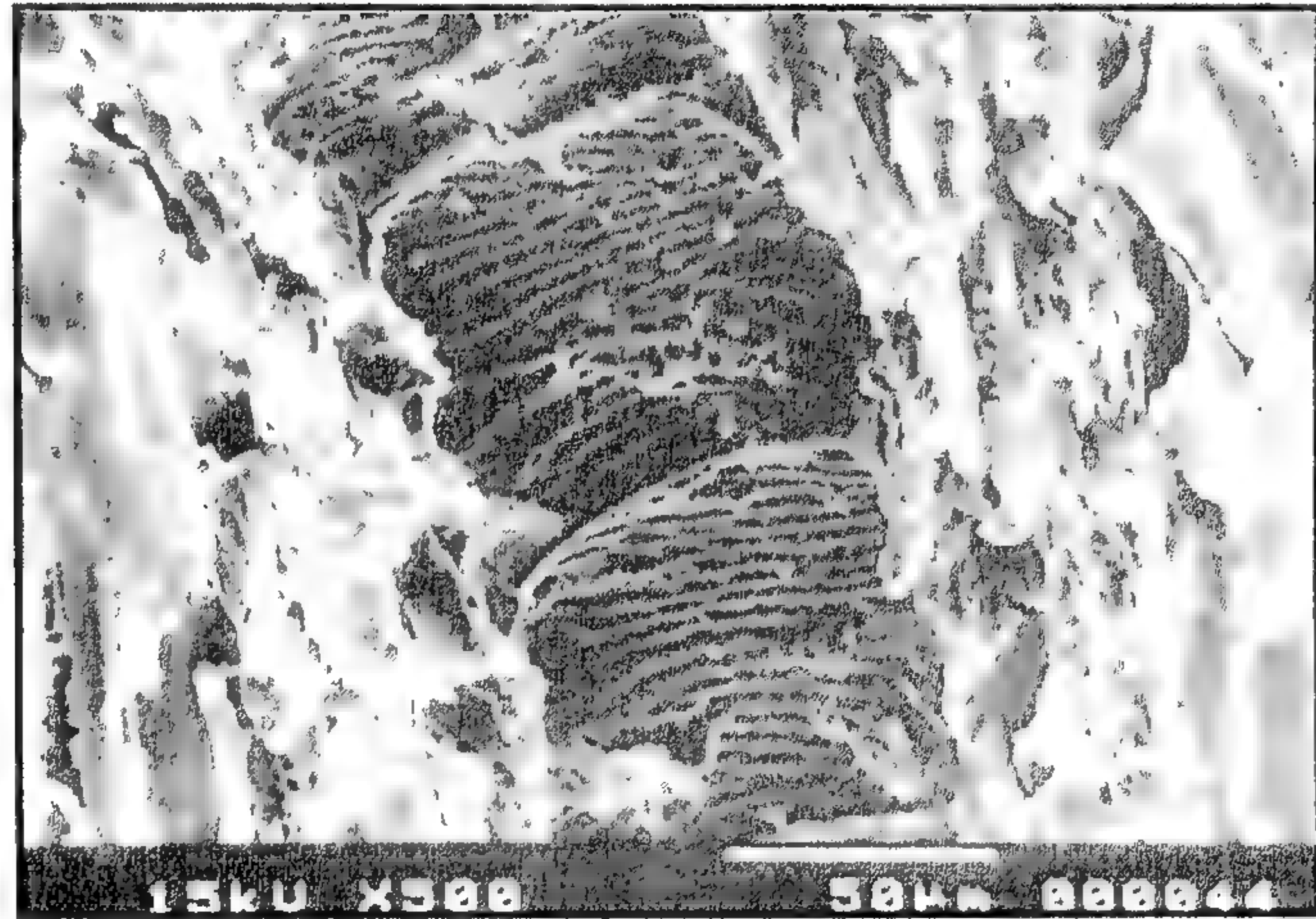
صورة رقم (١١٨)

مستقط طولى قطرى لعينة من خشب
تمثال السيدة يوضح جزء من أحد
أوعية الخشب ذات التغلظ المنقر
والذى يغطى سطحه الداخلى غزل
قطرى كثيف متشابك .

[صورة بالماسح الالىكترونى]
[تكبير X٢٠٠٠] .



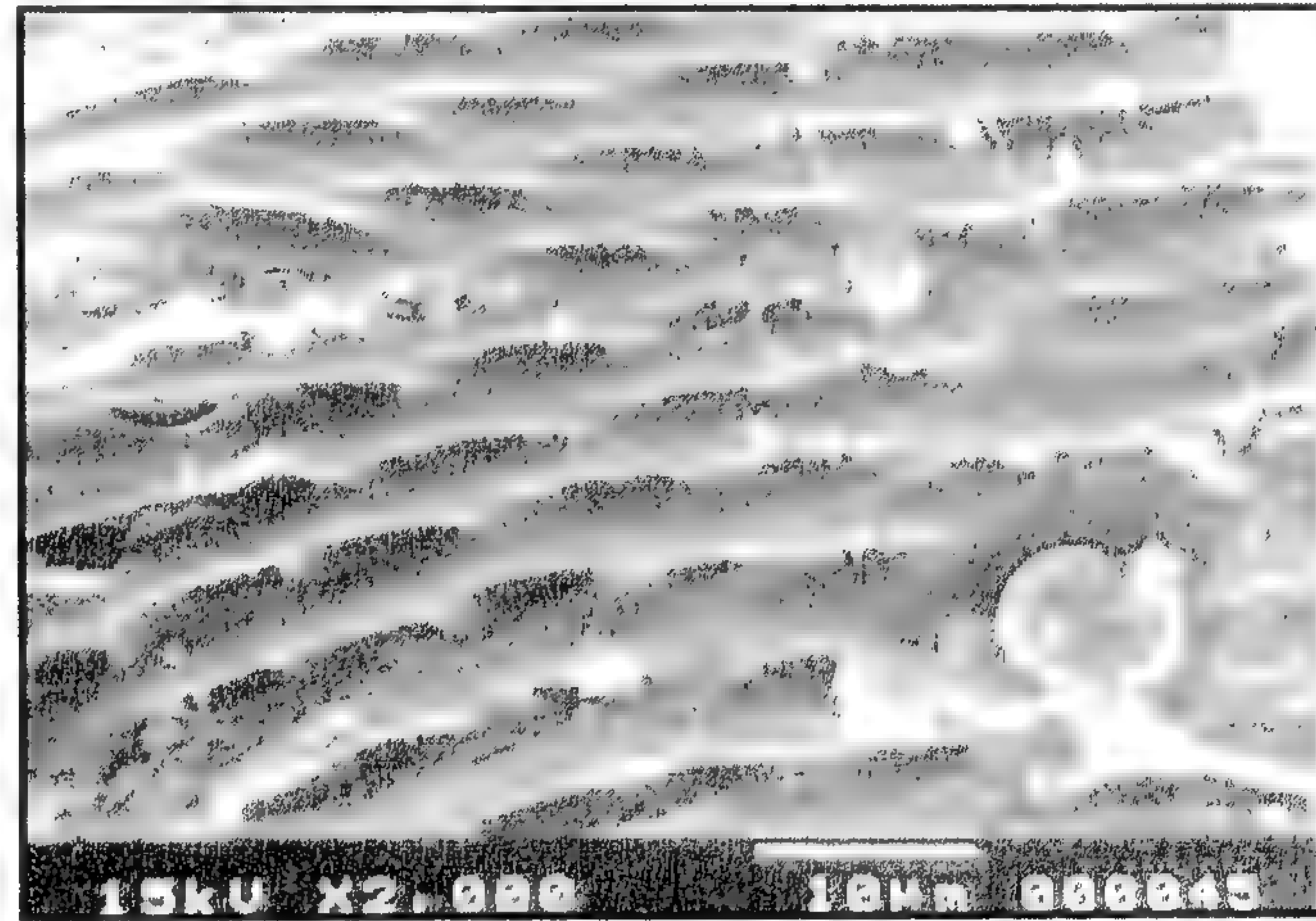
(أ)



صورة رقم (١١٩ - ب)

مستقط طولى مماسى فى عينة خشب
من تمثال السيدة يوضح أحد أوعية
الخشب الثانوى ذو التغلظ السلمى
المنقر والذى ينتشر عليه جراثيم
منفردة أو فى مجاميع تظهر بشكل
مكبر فى الصورة (ب) .

[صورة بالماسح الالىكترونى]
تكبير (أ) X٥٠٠ - (ب) X٢٠٠٠] .

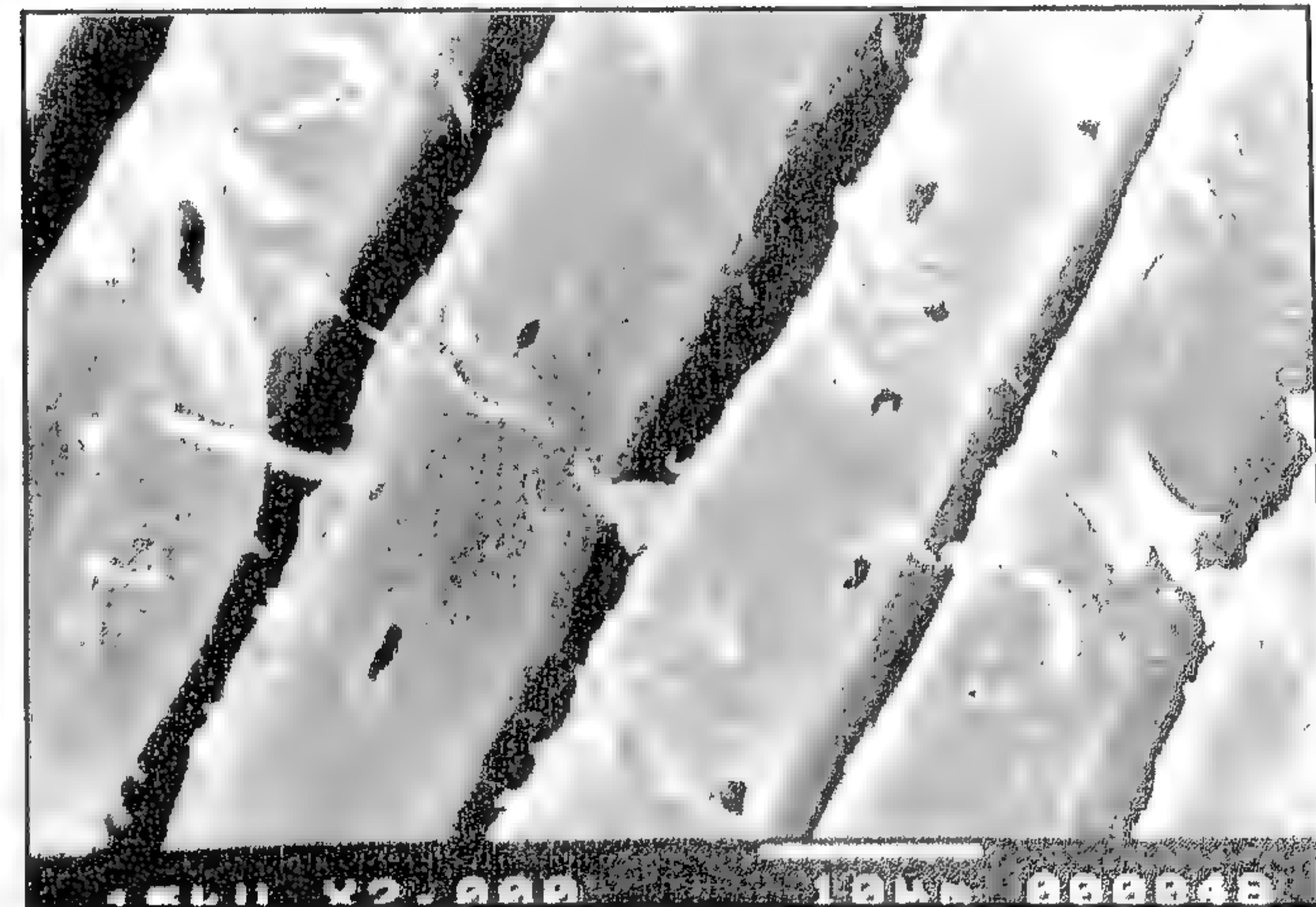


(ب)

صورة رقم (١٢٠)

مستقط طولى قطرى فى العينة
السابقة يوضح صفوف من برانشيمية
الخشب ذات النقر البسيطة ، ويظهر
واضحا تفكك صفوف الخلايا
البرانشيمية نتيجة لاختفاء الصفائح
الوسطى بجانب التهتك فى الطبقات
الخارجية للجدار السليولوزى .

[صورة بالماسح الالىكترونى]
[تكبير X٢٠٠٠] .





CZ

Malt

صورة رقم (١٢١)

توضح نتيجة زراعة العينة رقم (١)
بتمثال «كاعبر» وهي للأجزاء فاتحة
اللون من الخشب .

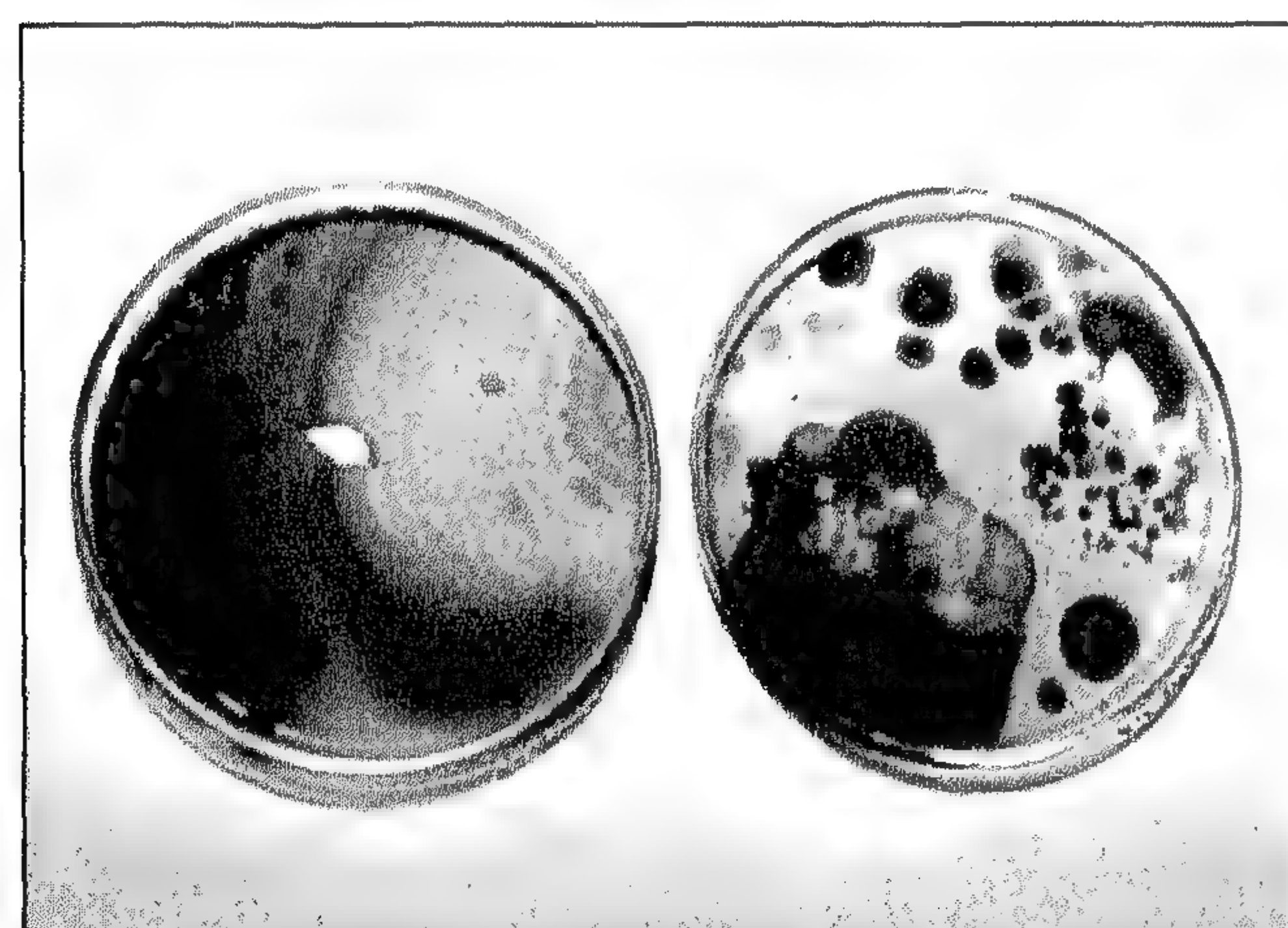
(Asp. niger - Asp. flavus - Asp. sp.)



صورة رقم (١٢٢)

توضح نتيجة زراعة العينة رقم (٢)
المأخوذة من أسفل الساق اليسرى
لتمثال «كاعبر» .

(Asp. flavus - Asp. sulfurous -)
(Asp. sp. - Alternaria)



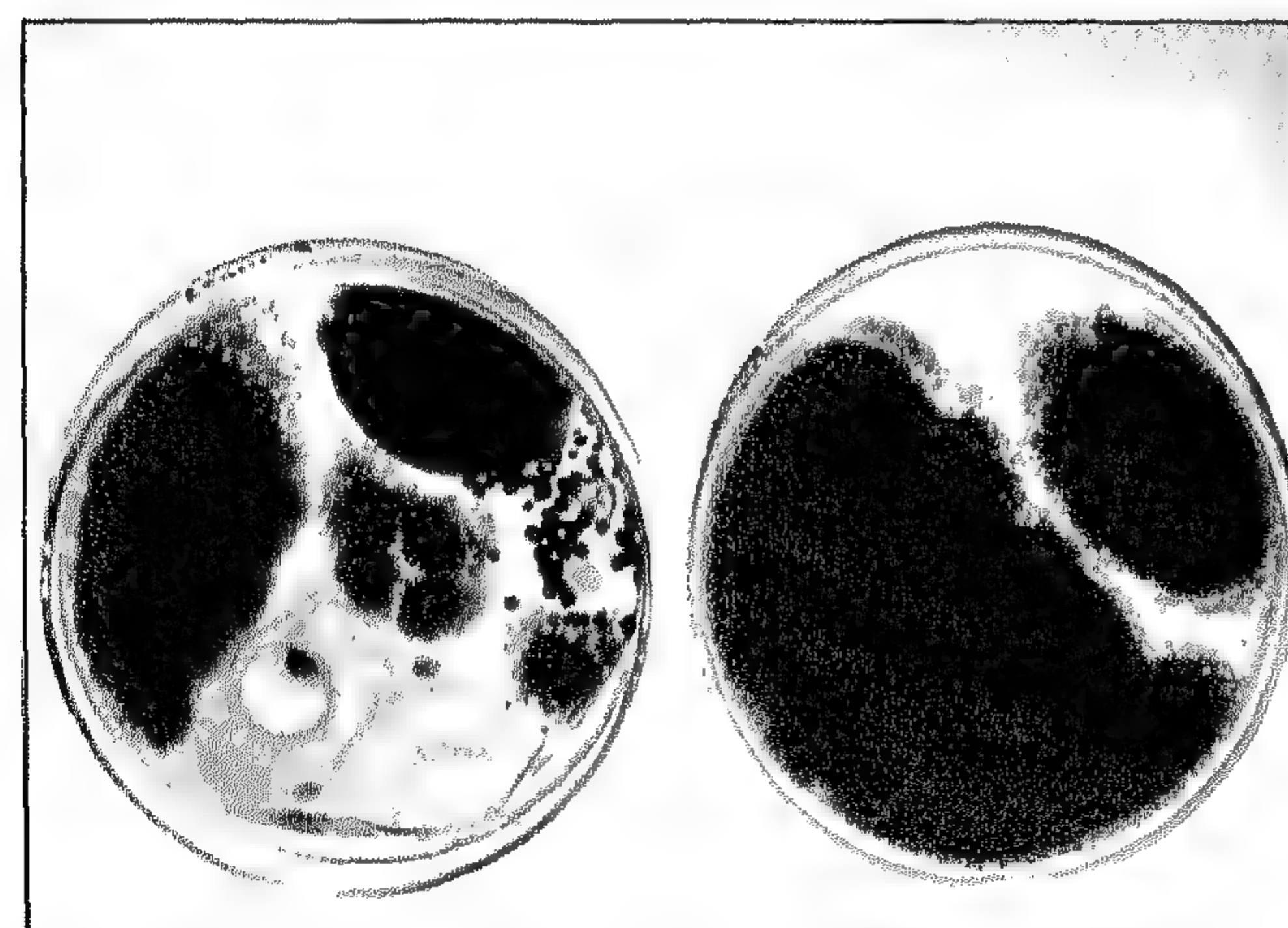
CZ

Malt

صورة رقم (١٢٣)

توضح نتيجة زراعة المسحة رقم
(٣) المأخوذة بالقرب من موضع
العينة الأولى .

(Asp. sp. - Asp. sulfurous)



صورة رقم (١٢٤)

توضح نتيجة زراعة المسحة رقم
(٤) المأخوذة من الجانب الأيمن
لجسم «كاعبر» .

(Asp. flavus - Asp. sp. - Cladosporium)



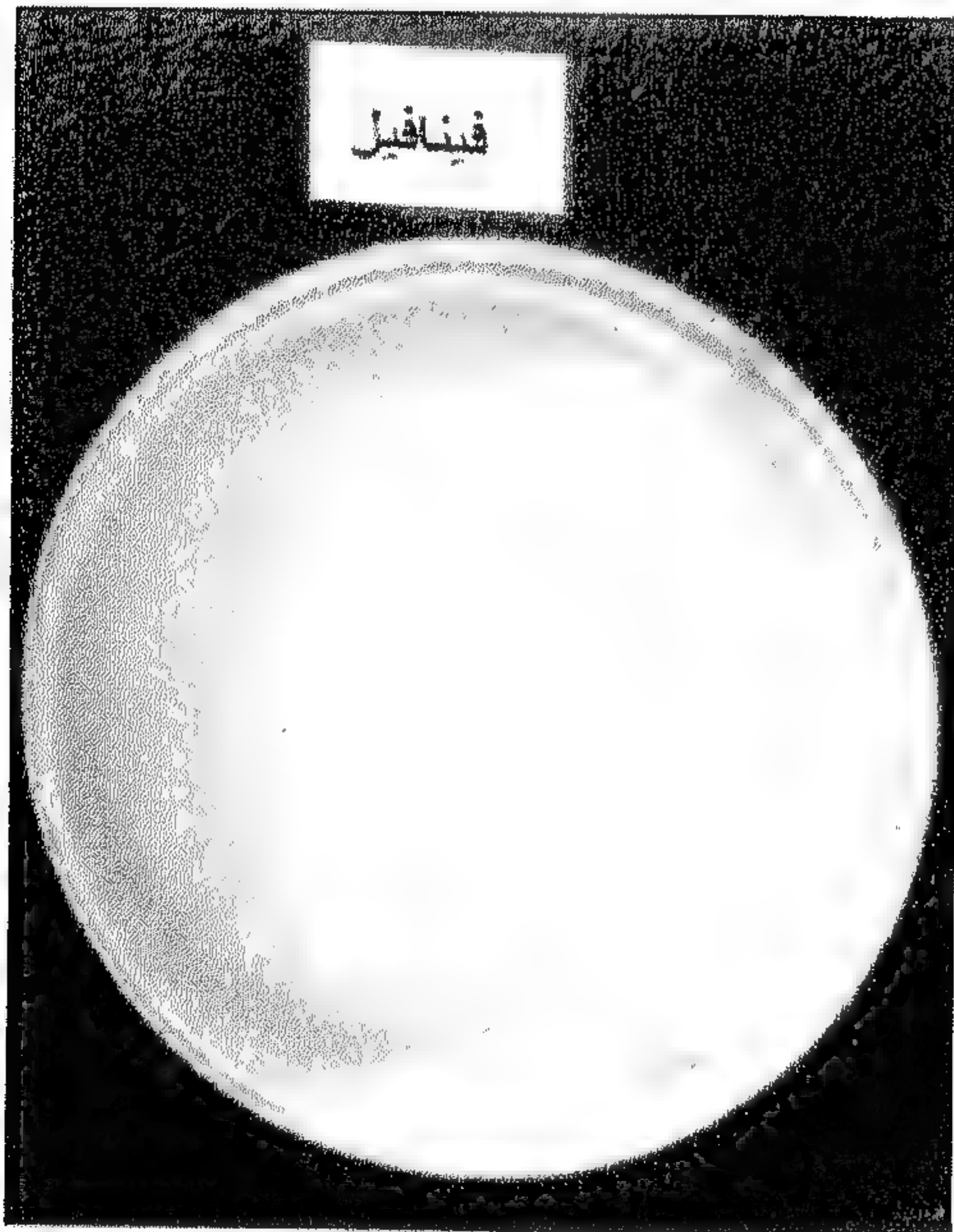
صورة رقم (١٢٥)

مواد التقوية المختارة بعد تعرضها لعمليات التآكل الطبيعي المكثف .



ب

أ



صورة رقم (١٢٦) أ ب ج

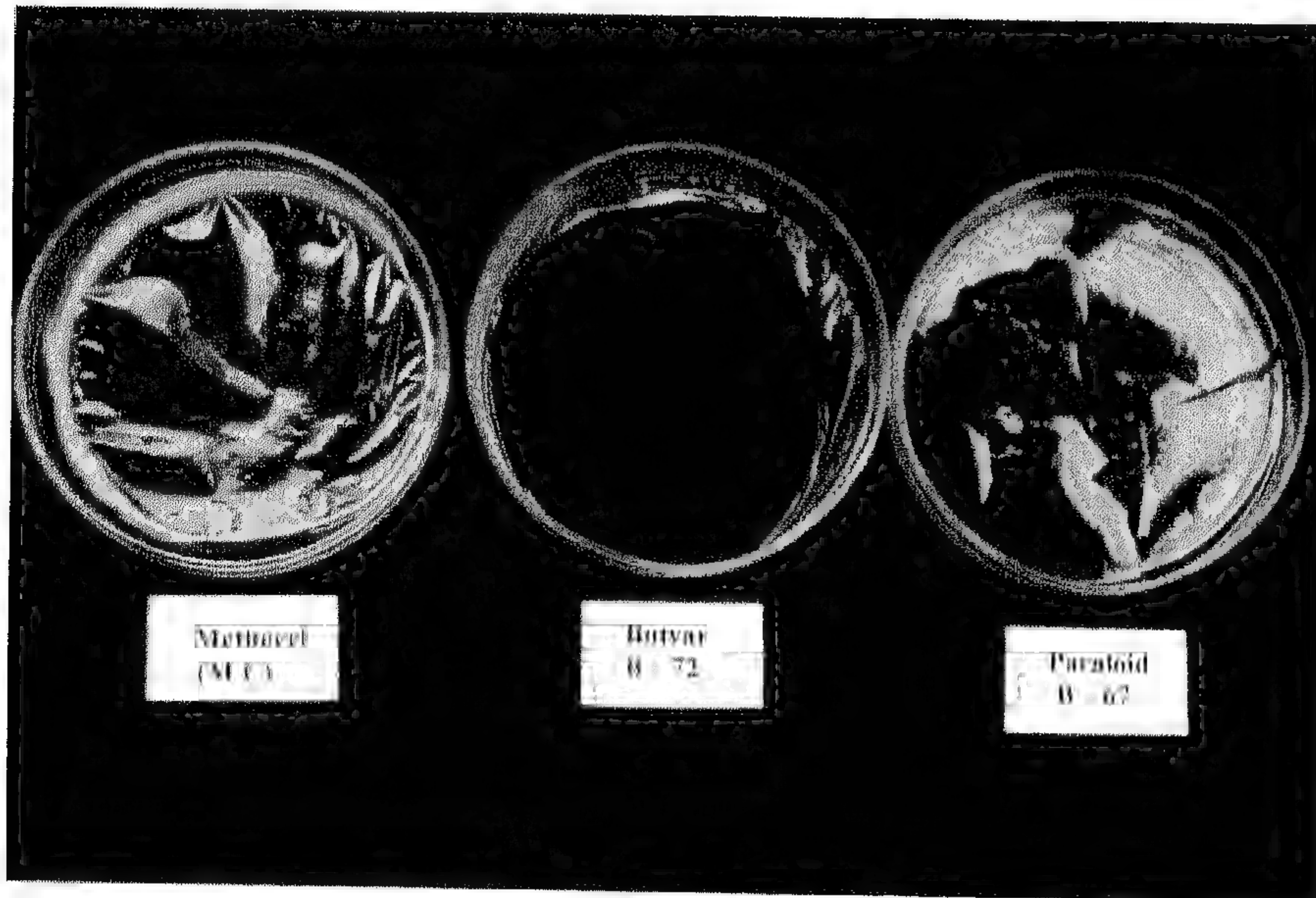
توضح تأثير عمليات التقادم التي أجريت على لون وشفافية بعض مواد التقوية المختارة حيث :

أ - محاليل بارالويد B48S , B67 اللذان تحولوا إلى درجات مختلفة من الاصفرار بالمقارنة بمحاليل حديثة التحضير .

ب - محلول بارالويد F10 الذي تحول من الشفافية إلى الاصفرار بعد عمليات التقادم .

ج - فيلم الفينافيل المتقادم وقد تحول إلى اللون الأبيض شبه المعتم .

ج



صورة رقم (١٢٧)

توضح ثلاثة أفلام من مواد التقوية المختبرة بعد عمليات التقادم حيث تعرض فيلم البيوتيفار B72 للانكماش جزئياً بينما تعرض فيلم ميثيل السليولوز للانكماش بصورة كبيرة أما فيلم بارالويد B67 فأصبح قصيماً .

صورة رقم (١٢٨ - ب)

توضح نتيجة اختبار المرونة على أفلام

مواد التقوية المتقدمة حيث :

١ - بلكسيسول B597 .

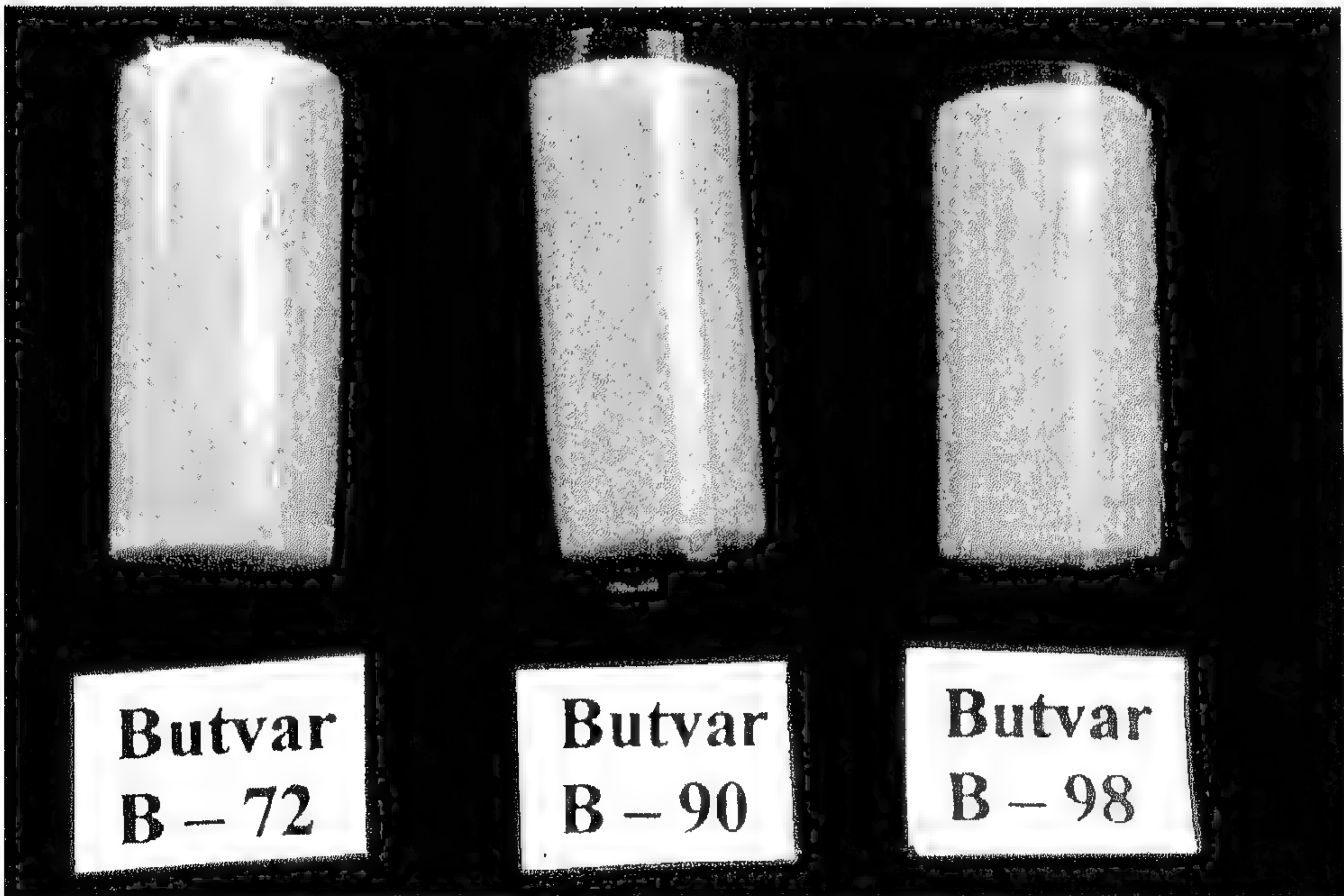
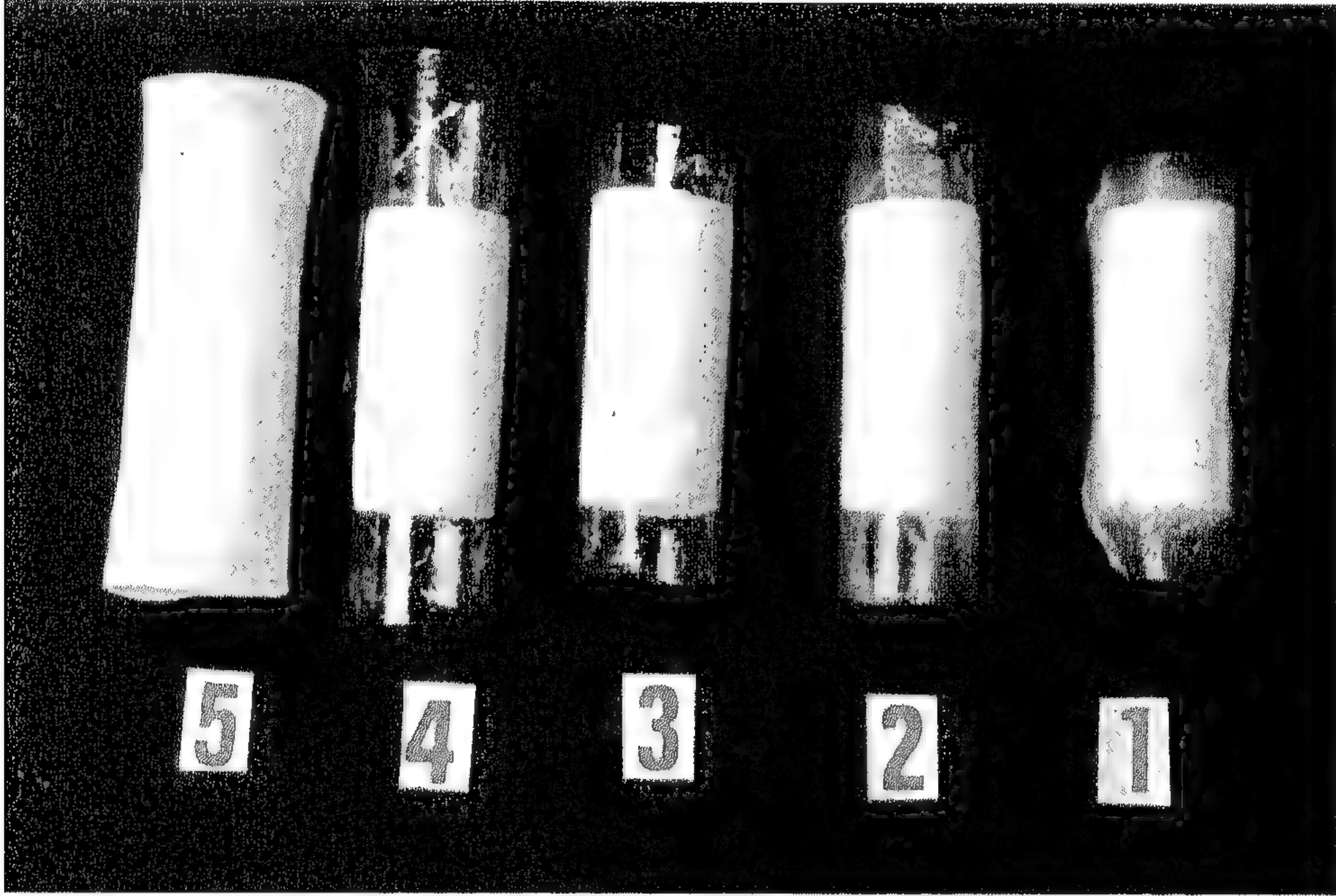
٢ - ميثيل السليولوز .

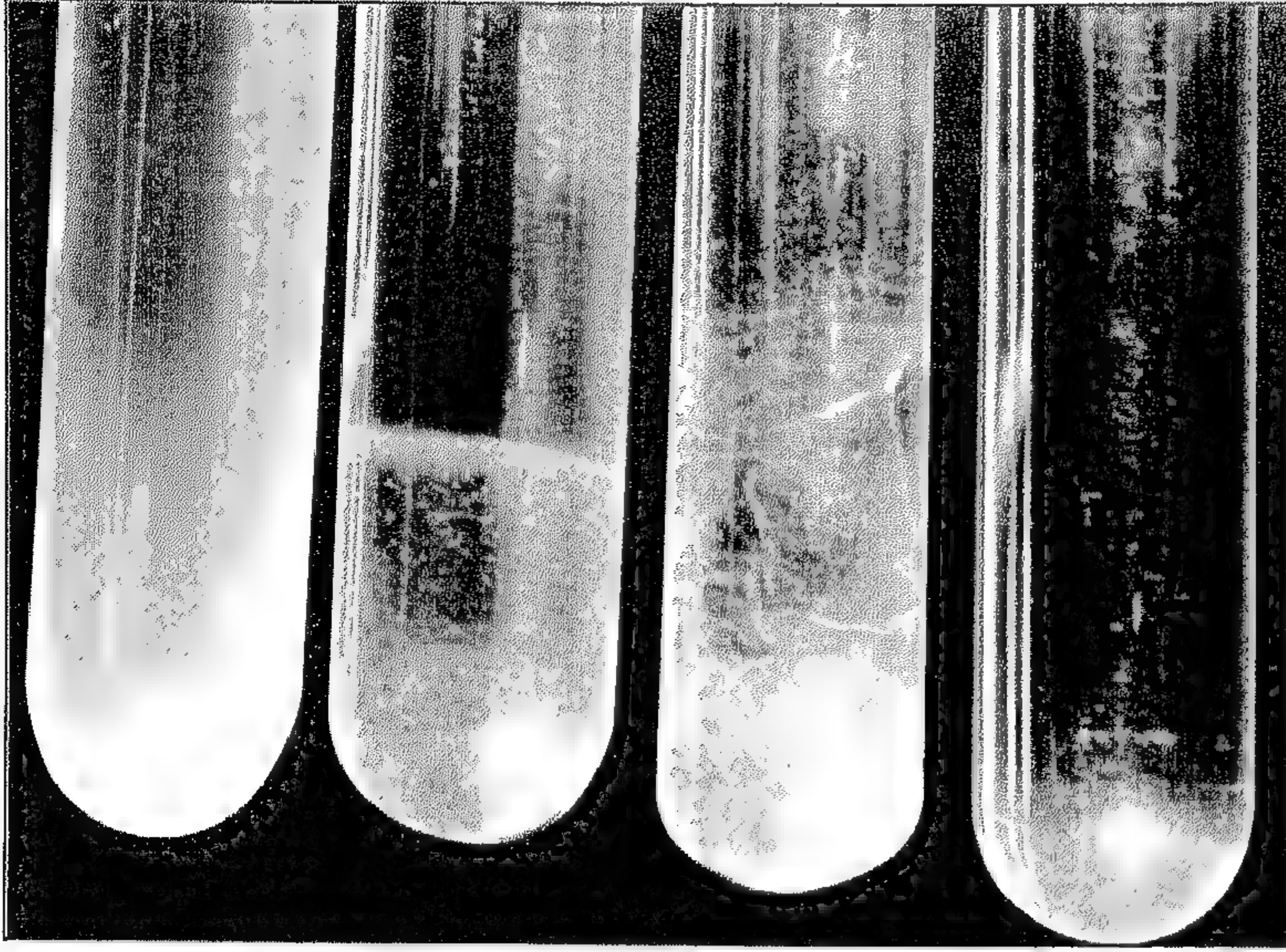
٣ - بارالويد F10 .

٤ - كلوسيل G .

٥ - الفينافيل .

ثم نوعيات مختلفة من أفلام مادة البيوتيفار .



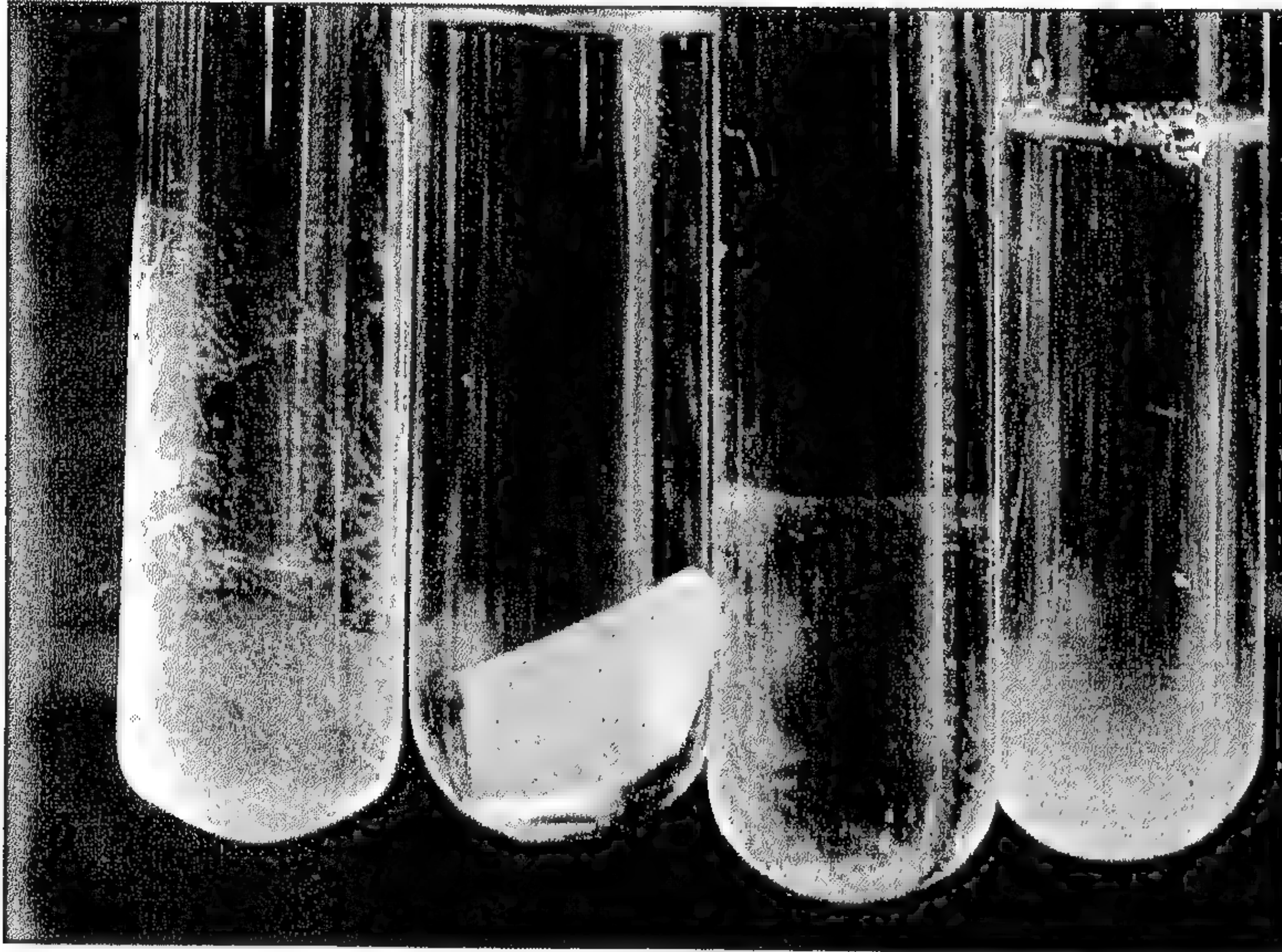


(٤) (٣) (٢) (١)

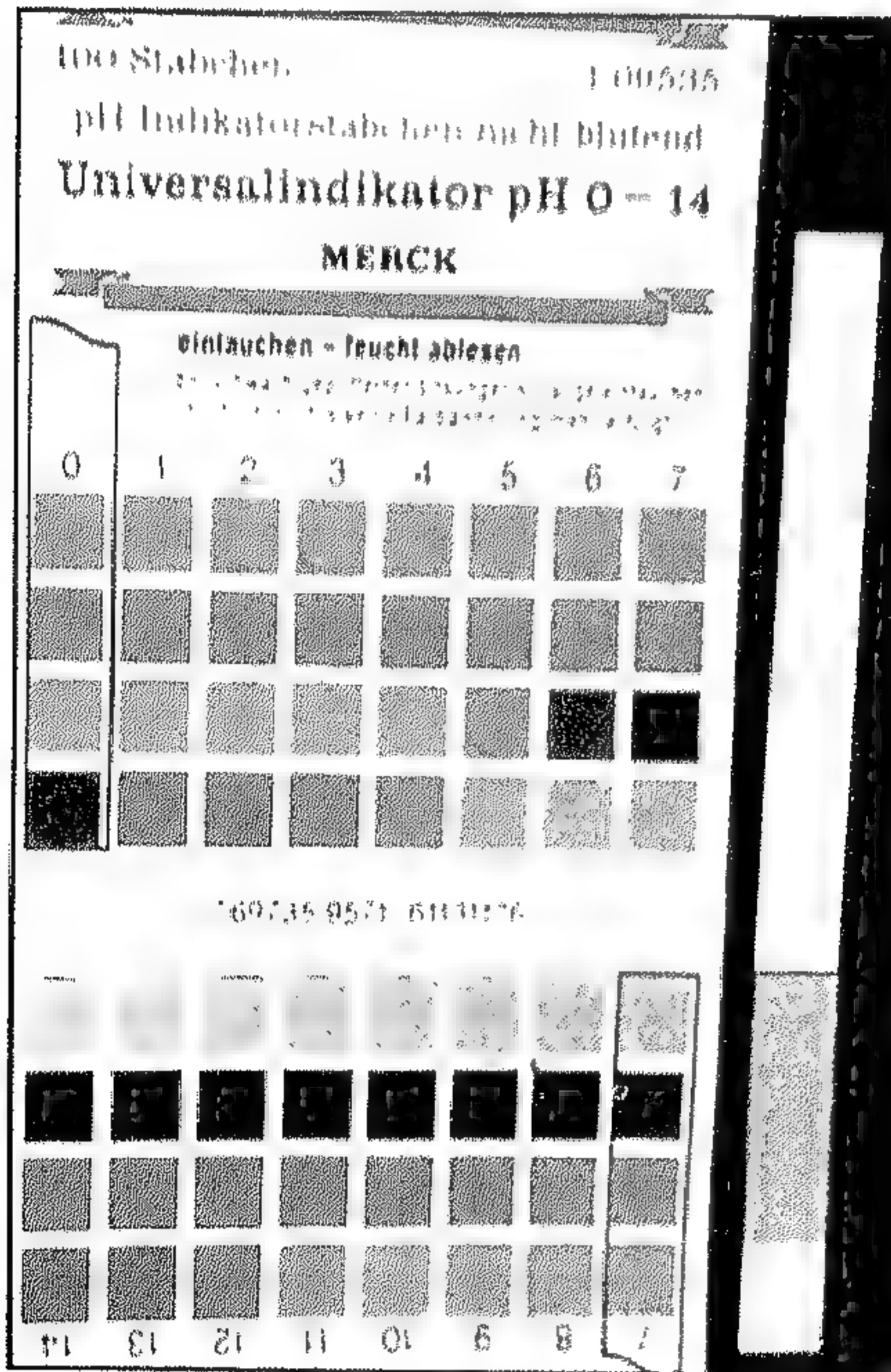
صورة رقم (١٢٩)

توضح سلوك الأفلام المتقدمة
لمواد التقوية المختارة أثناء اختبار
قابلية الإذابة حيث :

- ١ - بارالويد B72 في الأسيتون .
- ٢ - ميثيل السليولوز في كحول ايثيلي .
- ٣ - بارالويد B48s في الزيلين .
- ٤ - كلوسيل G في الماء .
- ٥ - ميثيل السليولوز في الماء .
- ٦ - كلوسيل G في كحول ايثيلي .
- ٧ - الفينافيل في الماء .
- ٨ - بيوتيفار B98 في خلاص الأثيل .



(٨) (٧) (٦) (٥)



صورة رقم (١٣٠)

توضح شرائط ورق قياس تركيز
أيون الهيدروجين في السوائل (PH)
تبعاً لجدول الألوان المرفق .

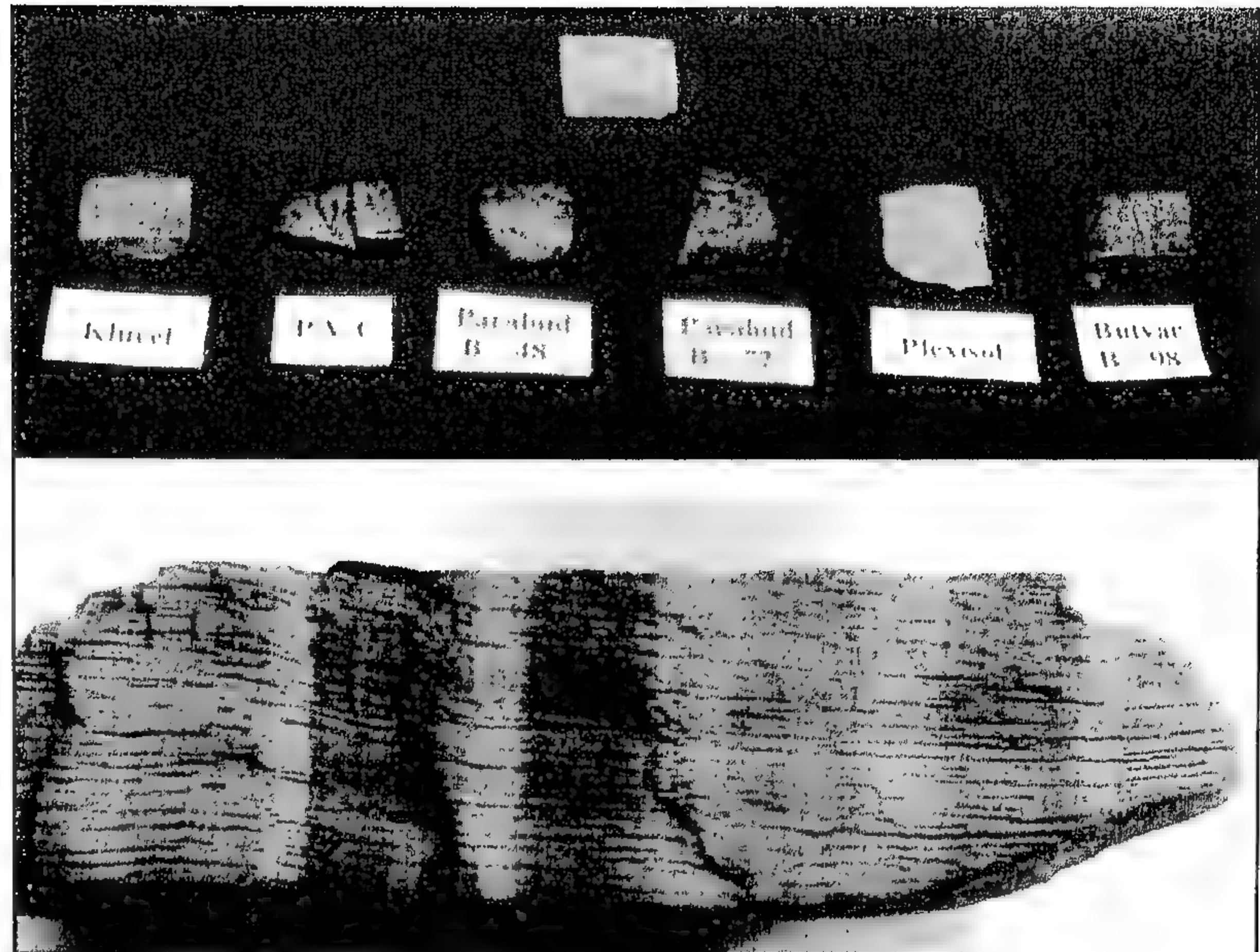
صورة رقم (١٣١) أ ب

توضح مدى تأثير مواد التقوية المختارة على اللون الطبيعي لعينات من خشب الأرز المتقادم حيث :

١ - العينات المقواة مقارنة بعينة غير مقواة (أعلى) .

ب - قطعة كاملة من خشب الأرز تم تقوية شرائط منها بالمواد التالية من اليمين إلى اليسار :

- ١ - بلكسيسول B597 .
- ٢ - بارالويد B72 .
- ٣ - بارالويد F10 .
- ٤ - بارالويد B48S .
- ٥ - بيوتيفار B98 .
- ٦ - كلوسيل G .



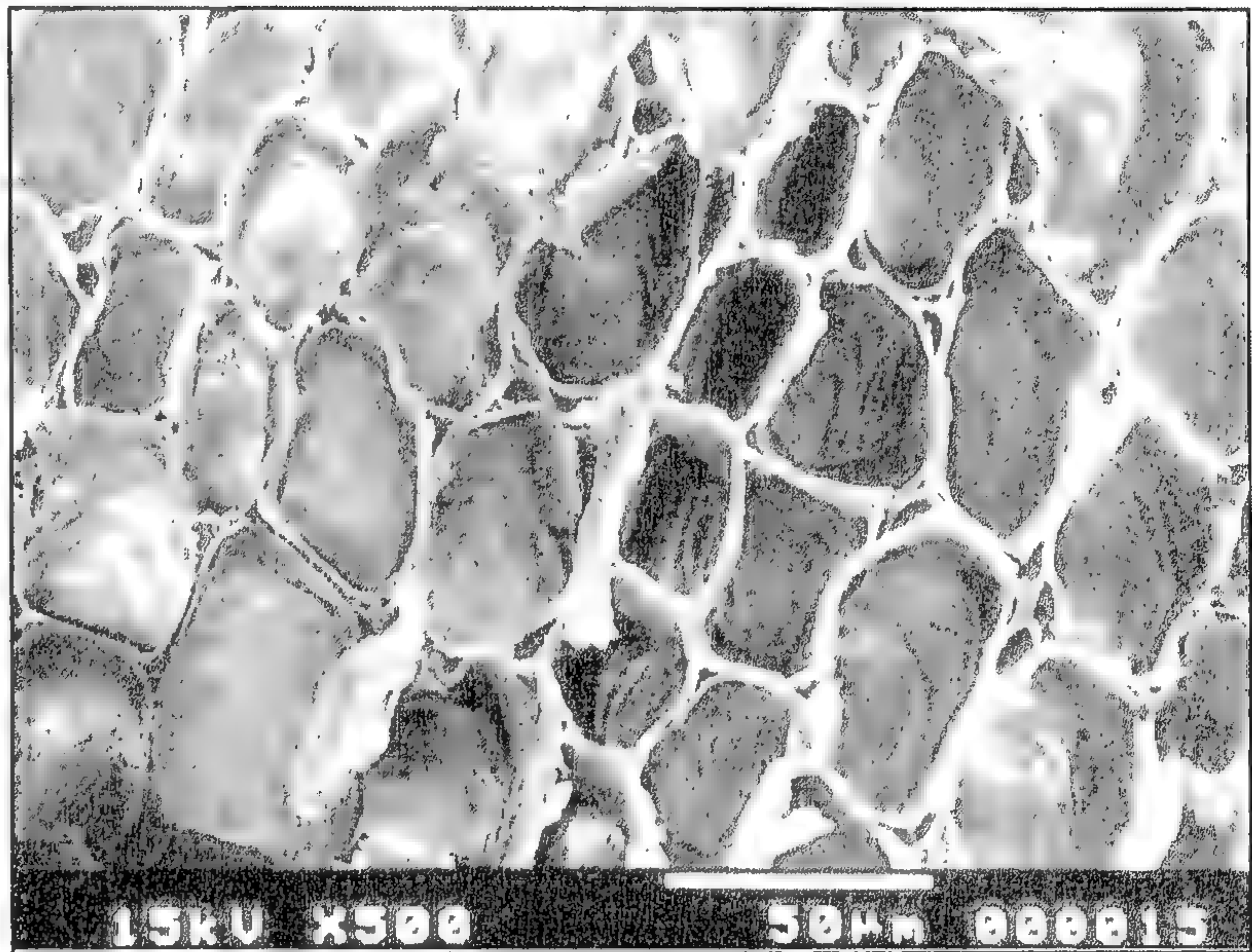
(٦) (٥) (٤) (٣) (٢) (١)

صورة رقم (١٣٢)

قطاع عرضي في عينة من خشب الأرز المتقادم تم تقويتها باستخدام مادة بيوتيفار B98 ويلاحظ عدم إنتظام إنتشار مادة التقوية حيث تظهر بعض الفراغات الخلوية ممتلئة بمادة التقوية والبعض ترسبت طبقة سميكة على جدرانه الداخلية بينما تظهر بعض الفراغات خالية تماماً .

[صورة بالماسح الإلكتروني]

[تكبير X ٥٠٠] .

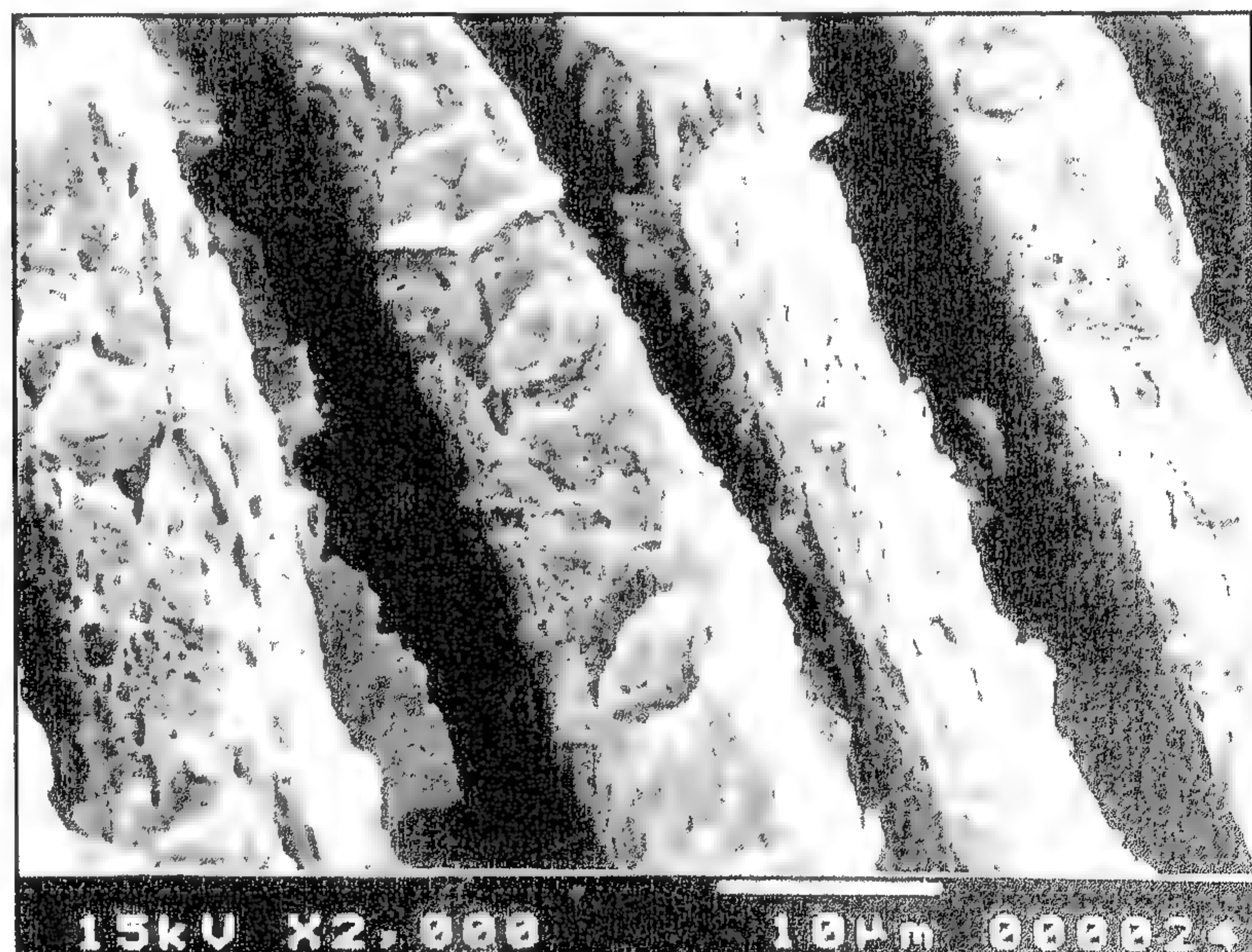


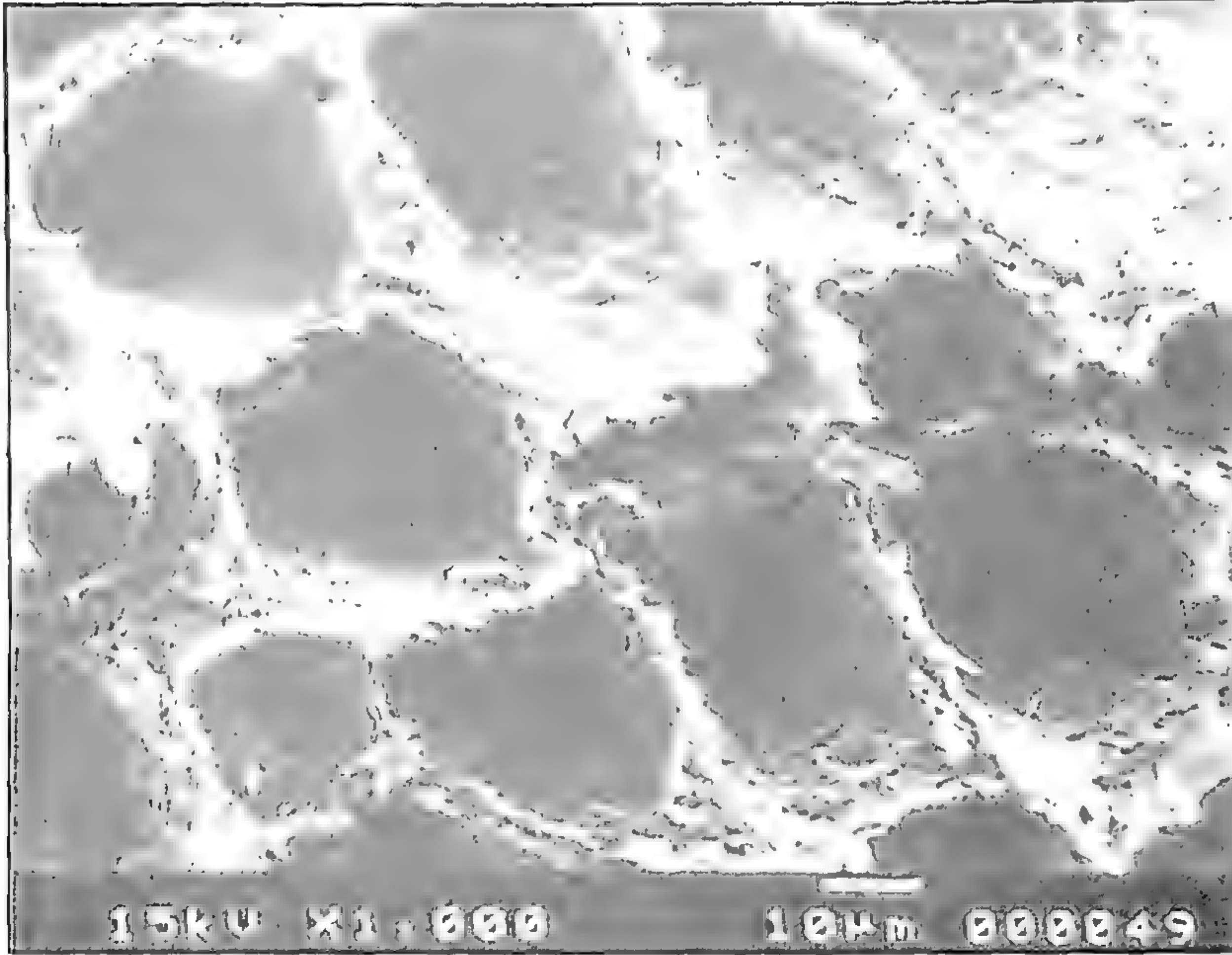
صورة رقم (١٣٣)

مستقط طولى لقطاع في العينة السابقة يوضح ترسب مادة التقوية على الجدر الخارجية للقصبية مما أدى إلى تماسكها بالرغم من ضعف الترابط بينهما .

[صورة بالماسح الإلكتروني]

[تكبير X ٢٠٠٠] .



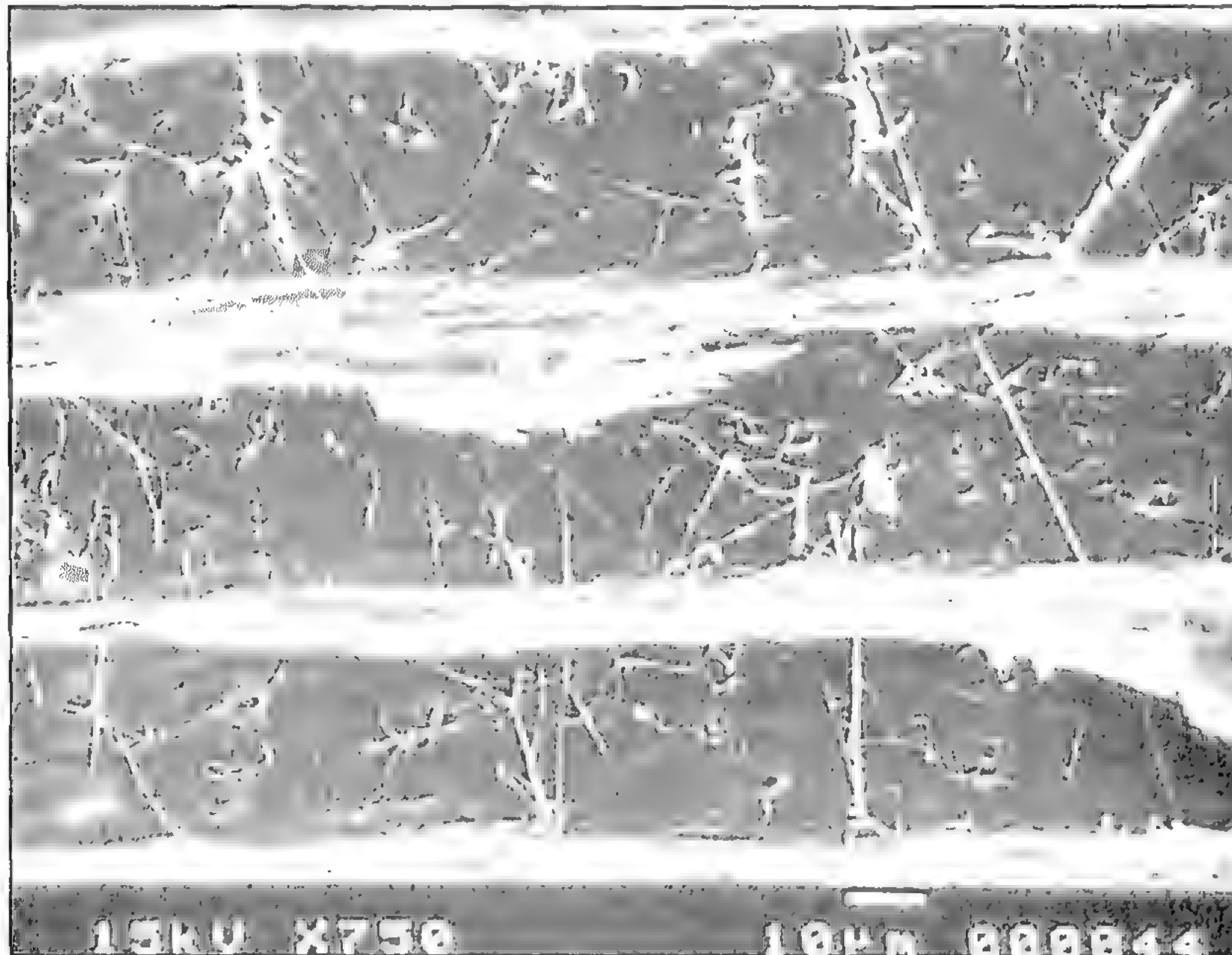


صورة رقم (١٣٤)

قطعا عريض فى عينة من خشب
الأرز المتقدم الذى تم تقويته باستخدام
مادة البلكسيبول B597 ويلاحظ
ترسب مادة التقوية على الجدر الداخلية
للخلايا .

[صورة بالماسح الالىكترونى]

[تكبير X١٠٠٠] .

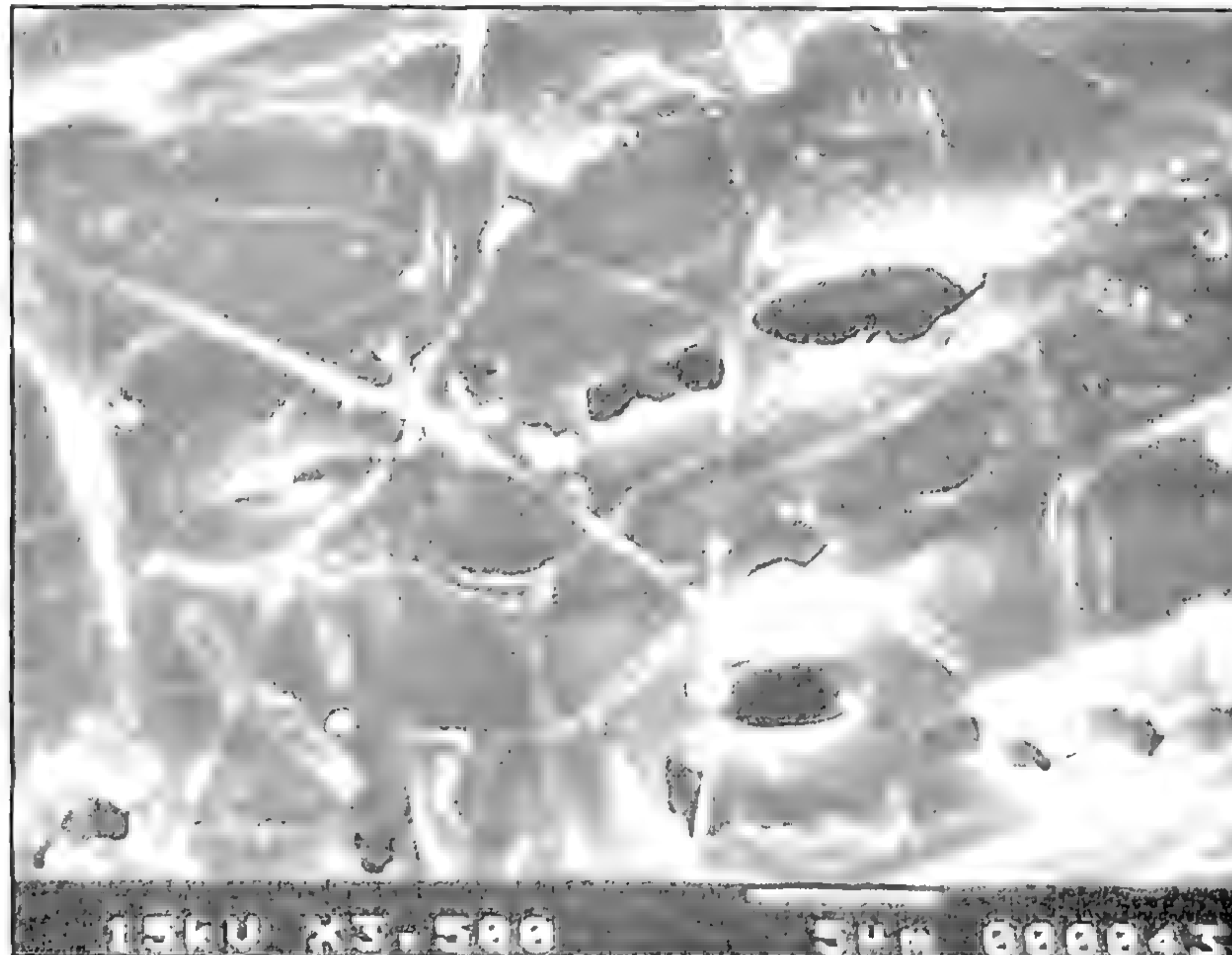


صورة رقم (١٣٥)

قطعا طولى فى عينة الخشب السابقة
يوضح صفوف من برانشيمية الخشب
ذات النقر البسيطة والتي يوجد
بفراغها الداخلى مادة التقوية .

[صورة بالماسح الالىكترونى]

[تكبير X٧٥٠] .



صورة رقم (١٣٦)

لقطة مكبرة من الصورة السابقة
توضح مدى ترسب مادة التقوية
على الجدر الداخلية لبرانشيمية
الخشب .

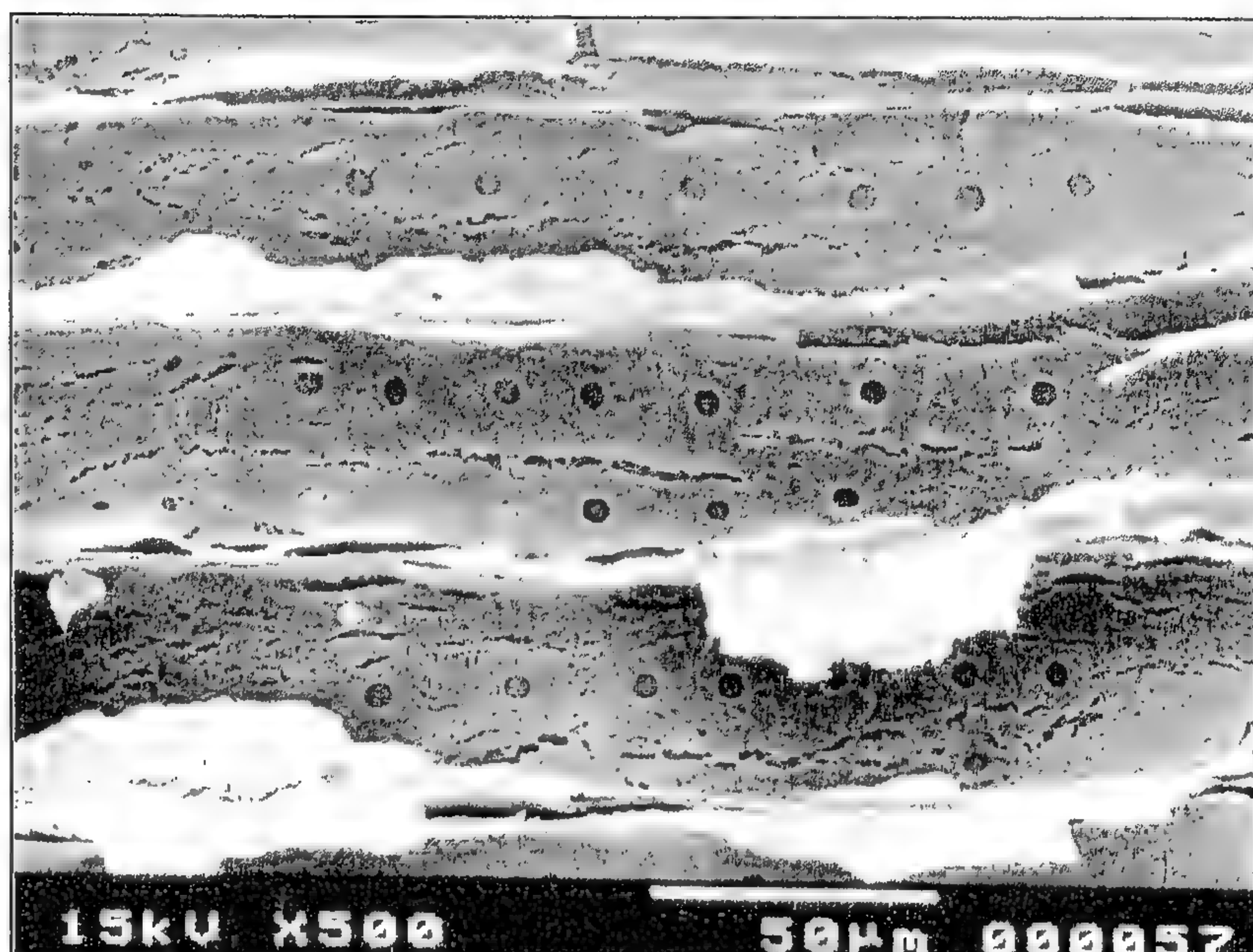
[صورة بالماسح الالىكترونى]

[تكبير X٢٥٠٠] .

صورة رقم (١٣٧)

قطاع طولى فى عينة من خشب
السرو المتقدم يوضح حالة القصيبات
التي تعرضت للتمزق أثناء عمليات
إعداد القطاعات .

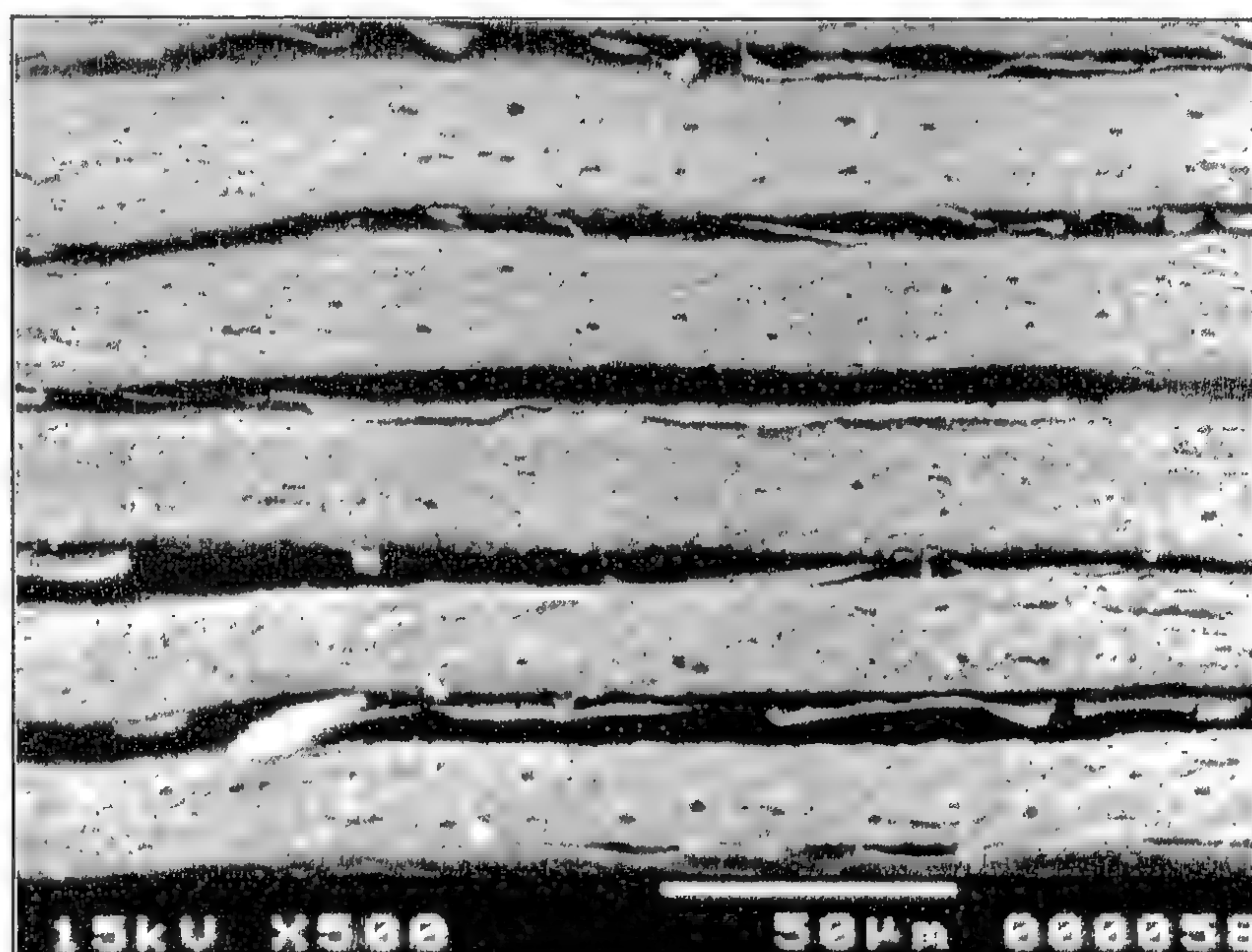
[صورة بالماسح الالىكترونى]
[تكبير X ٥٠٠] .



صورة رقم (١٣٨)

قطاع طولى فى العينة السابقة بعد
عمليات التقوية باستخدام مادة
البارالويد F10 ، ويلاحظ أن القصيبات
متماسكة مع ترسب مادة التقوية
على السطح .

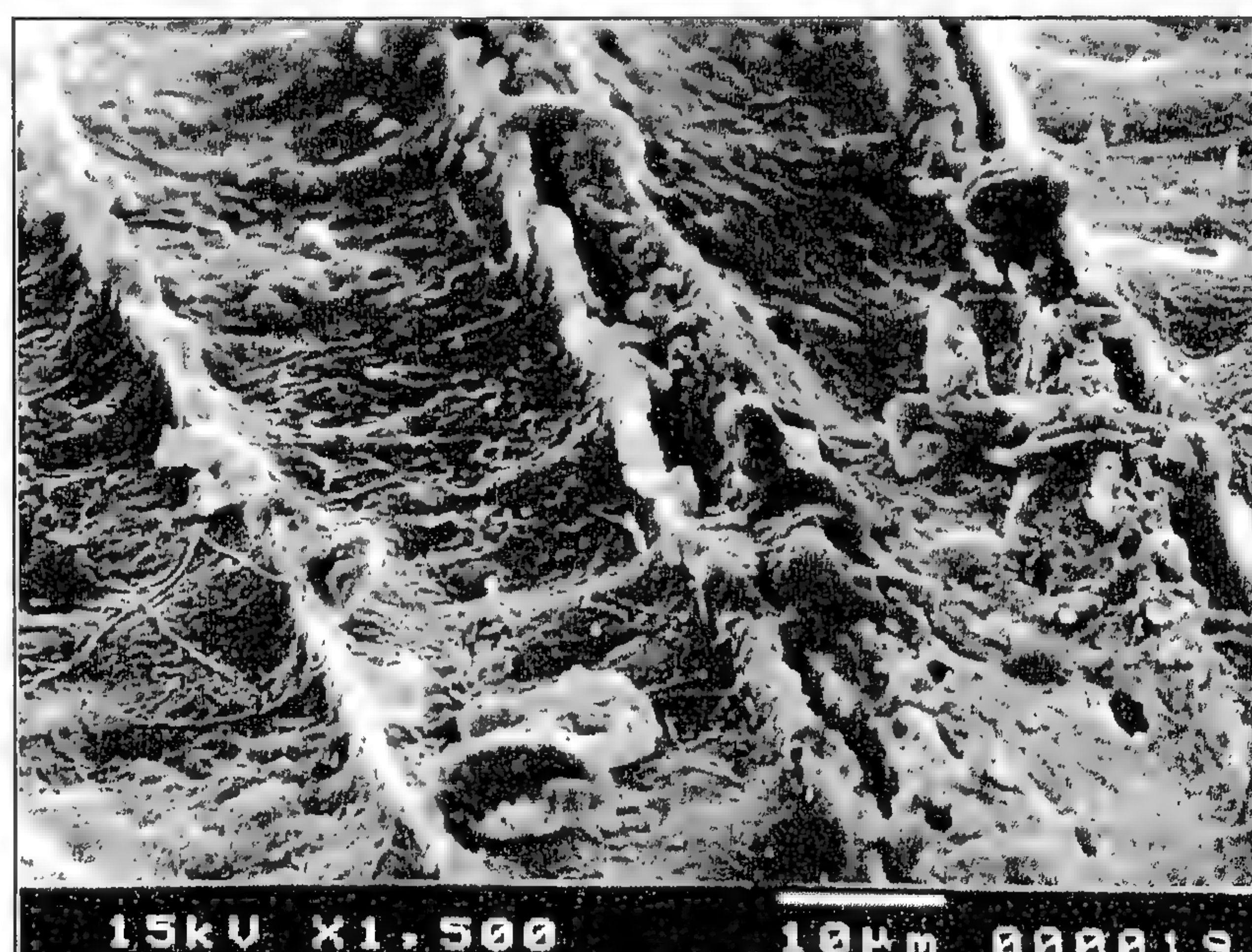
[صورة بالماسح الالىكترونى]
[تكبير X ٥٠٠] .

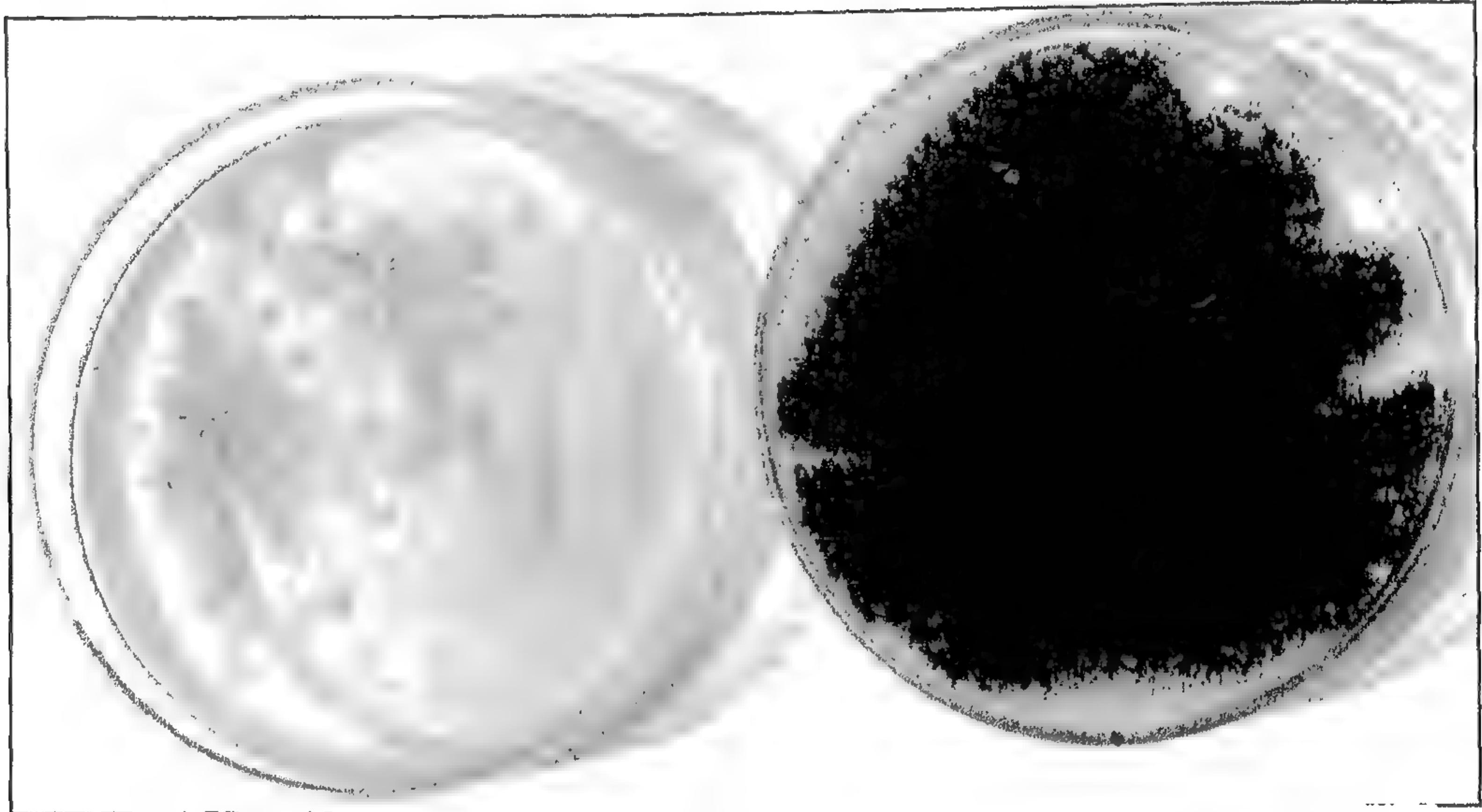


صورة رقم (١٣٩)

توضح السطح الداخلى للقصيبات
فى العينة السابقة حيث يلاحظ
ترسب مادة التقوية المستخدمة
على أسطح الجدر الداخلية للقصيبات .

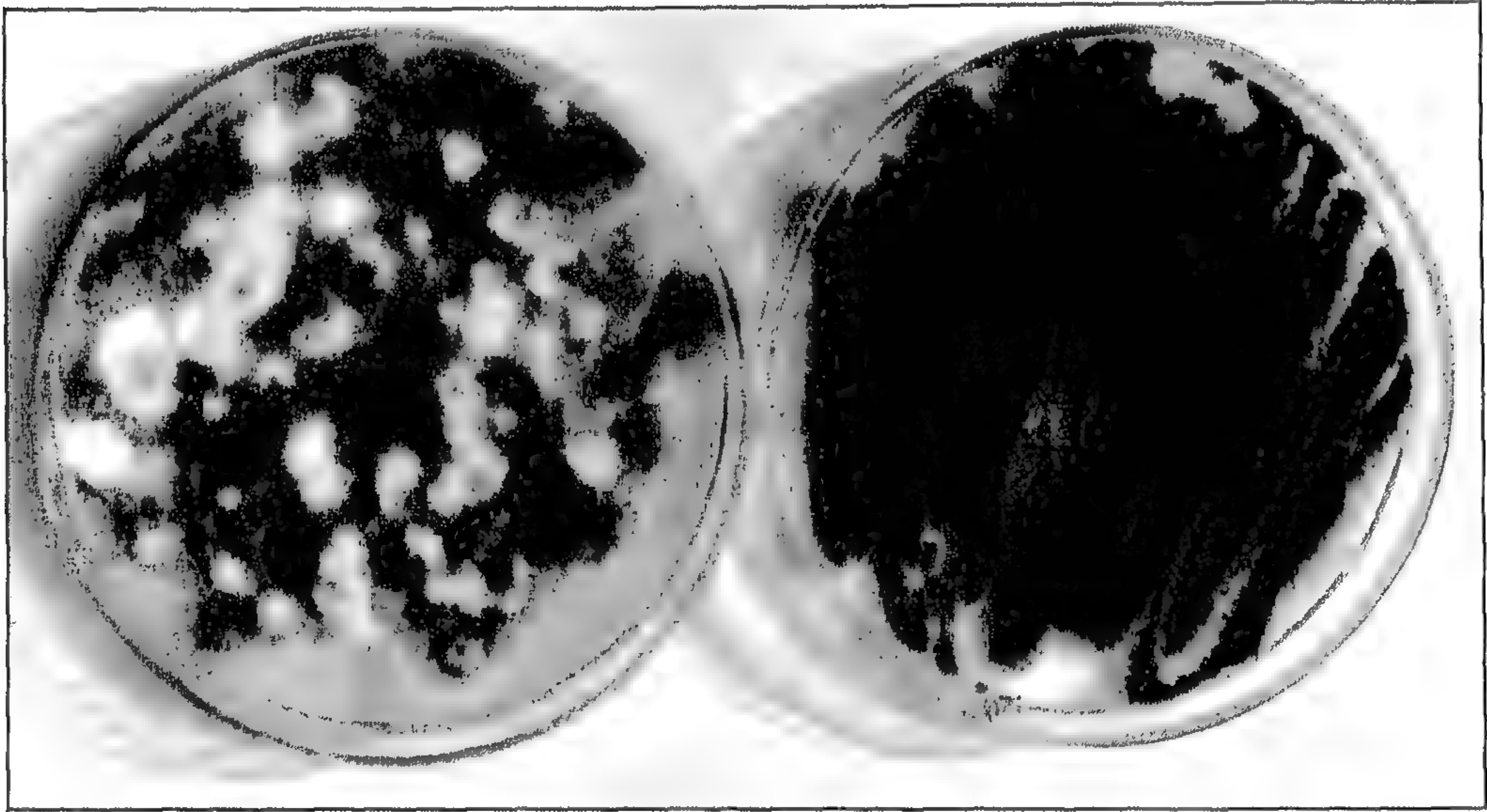
[صورة بالماسح الالىكترونى]
[تكبير X ١٥٠٠] .





ب - ASP. sulfurous
ب - ASP. sulfurous

ا - ASP. niger



د - Alternaria

ج - ASP. flavus



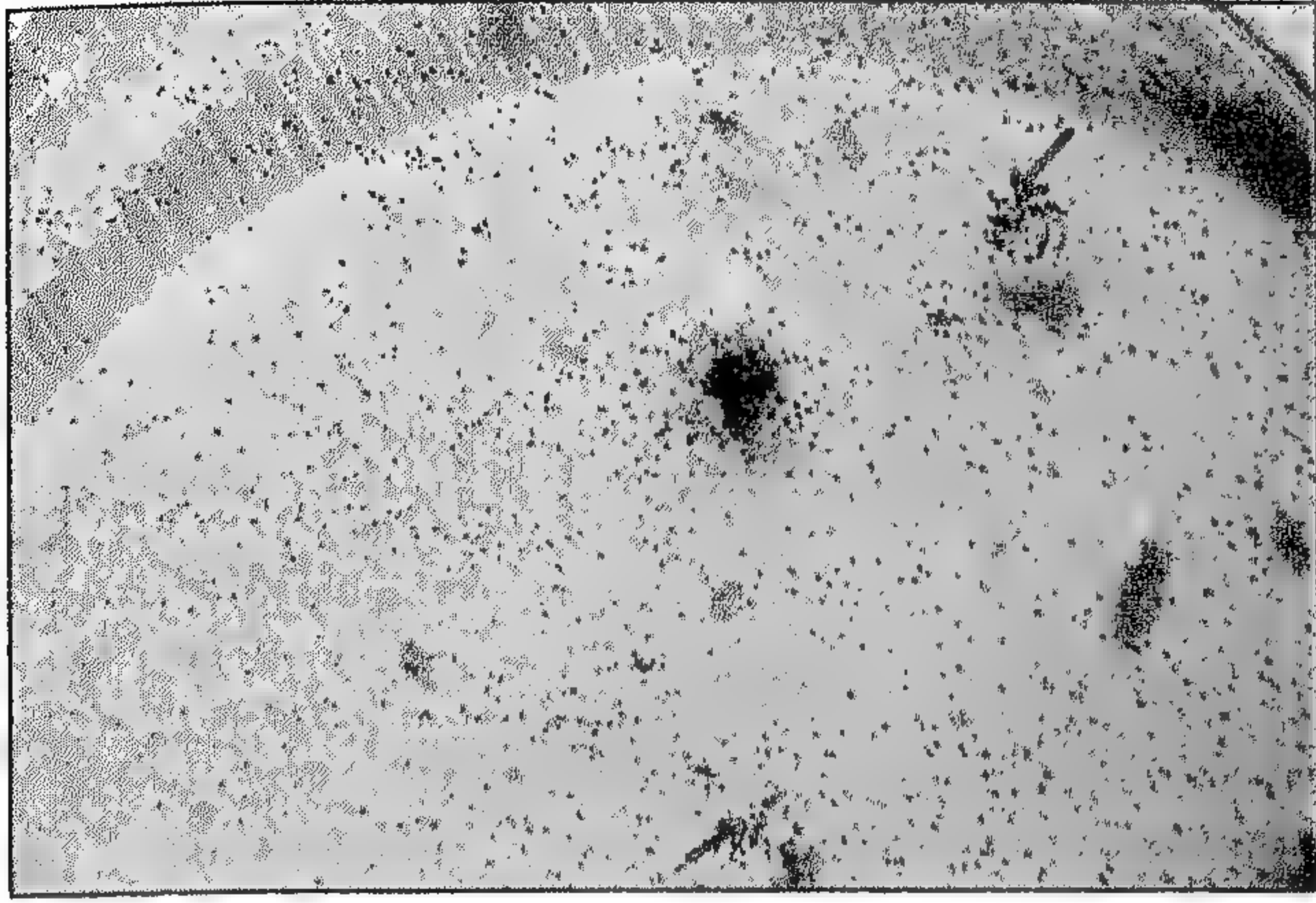
و - Brown rot



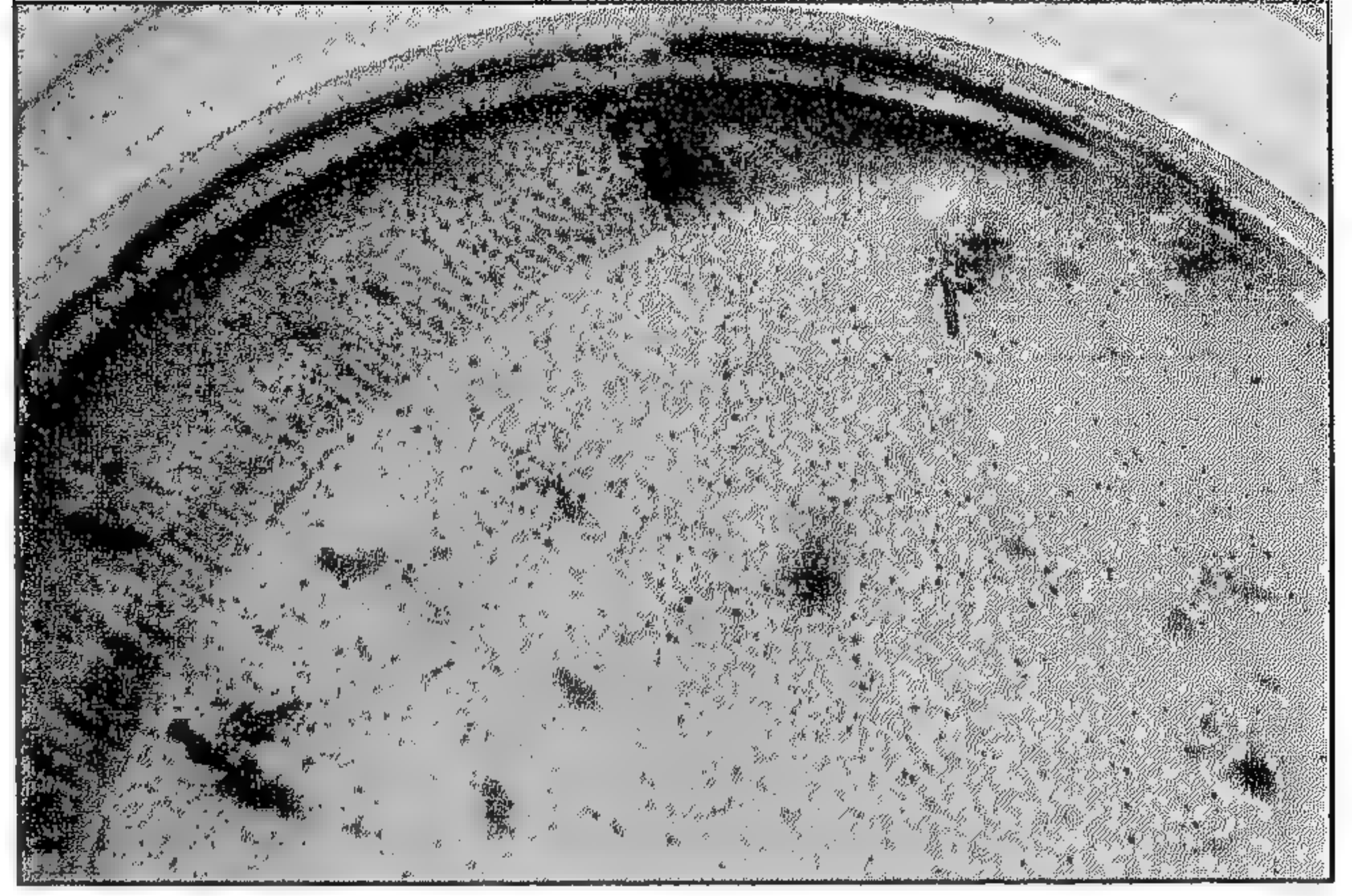
هـ - Cladosporium

صورة رقم (١٤٠ - ا ب ج د هـ و)

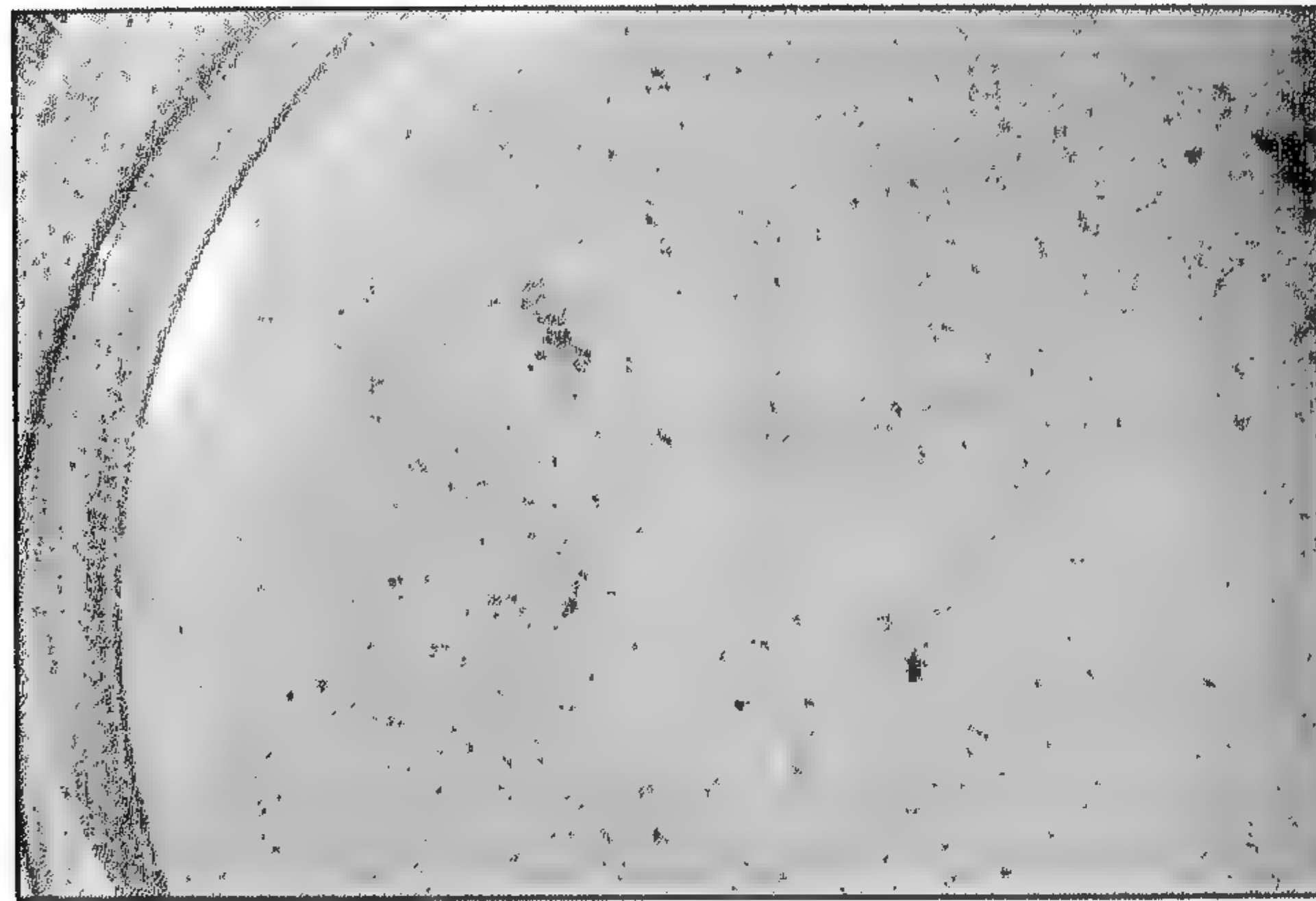
البيئات القياسية لأنواع الفطريات التي اختبر نموها على مواد التقوية المختارة (عمر النمو ١٠ أيام).



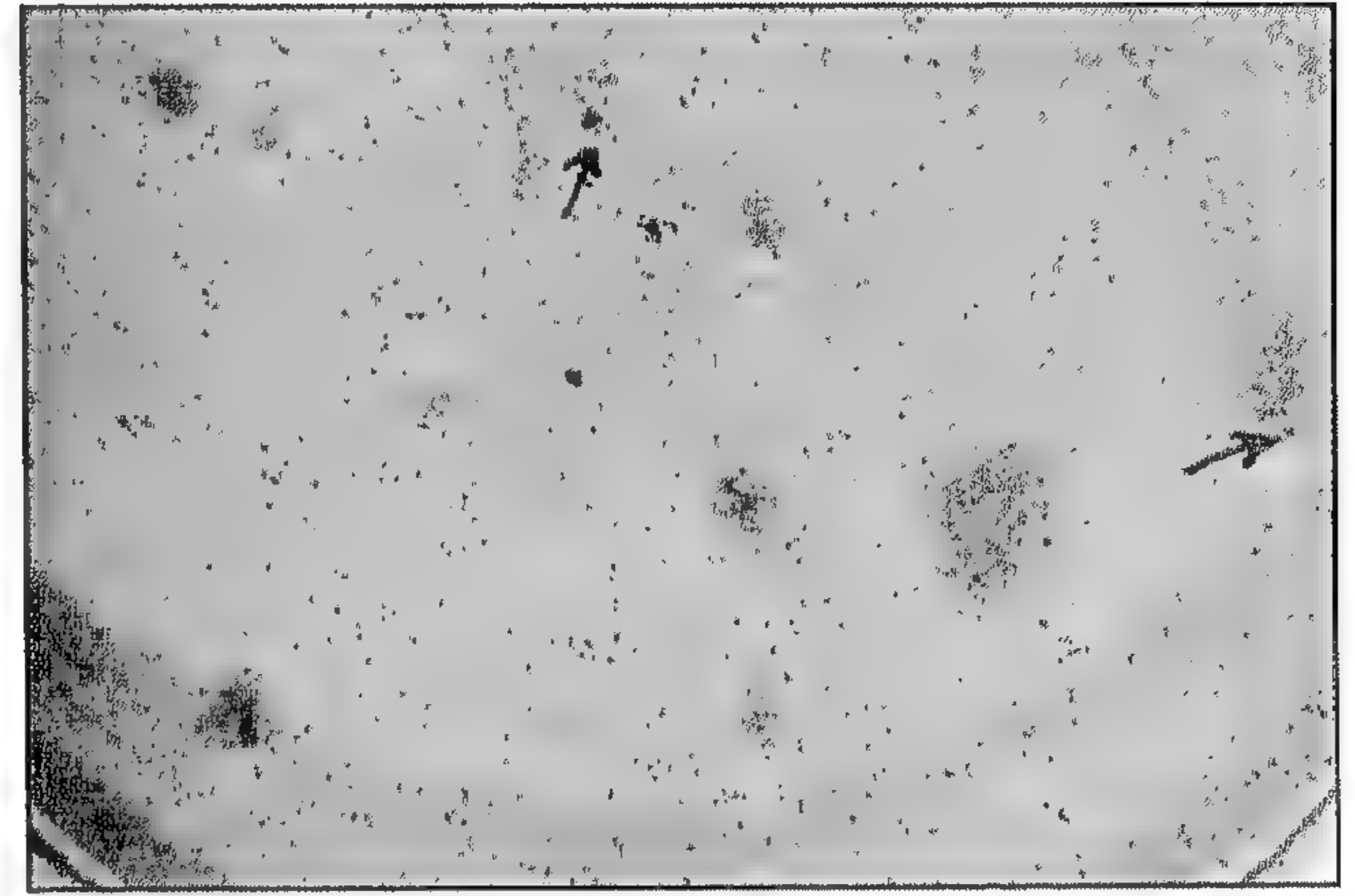
ب - بارالويد B48 .



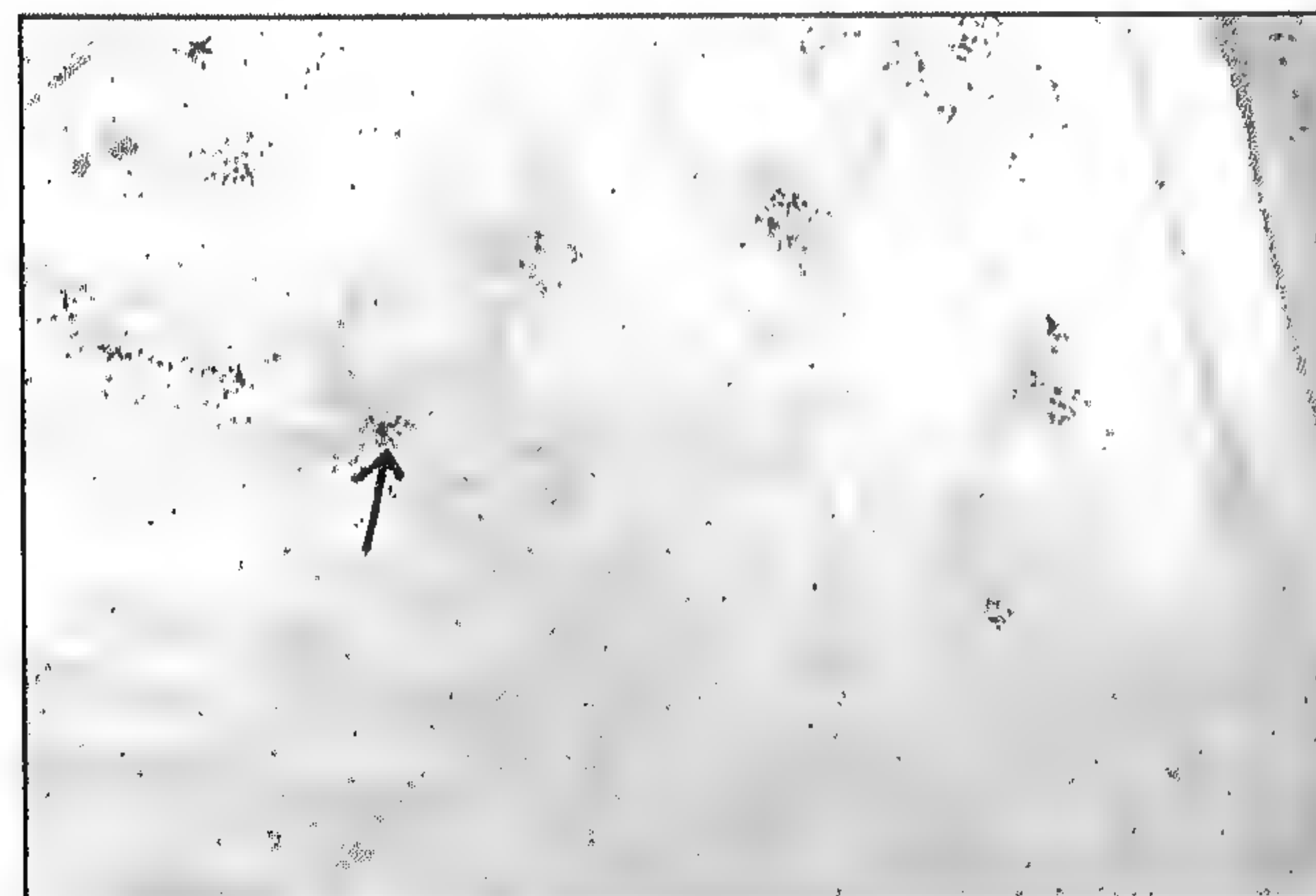
ا - بارالويد B44 .



د - كلوسيل G .



ج - بارالويد B72 .



و - فينافيل .

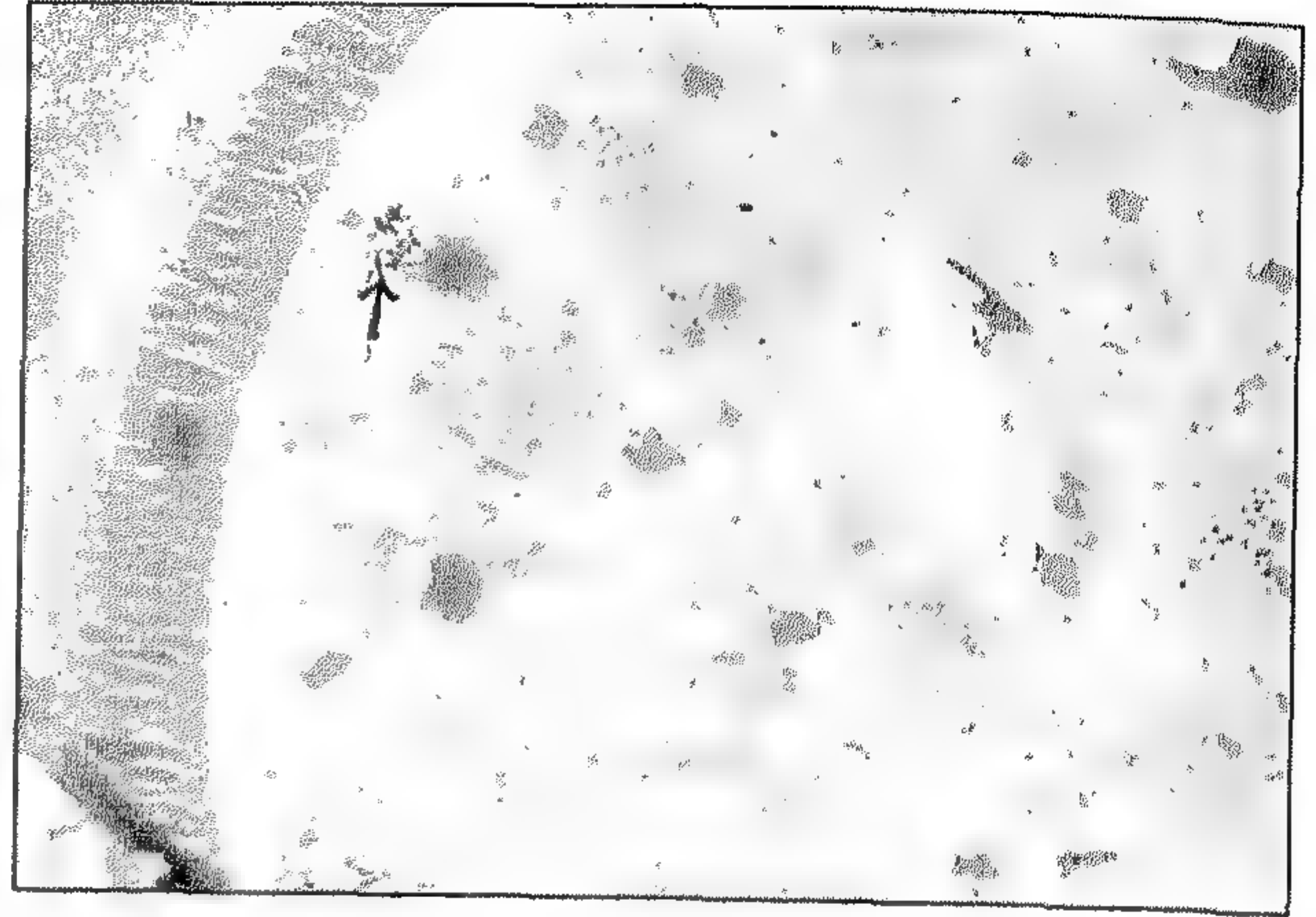


هـ - ميثيل السليولوز .

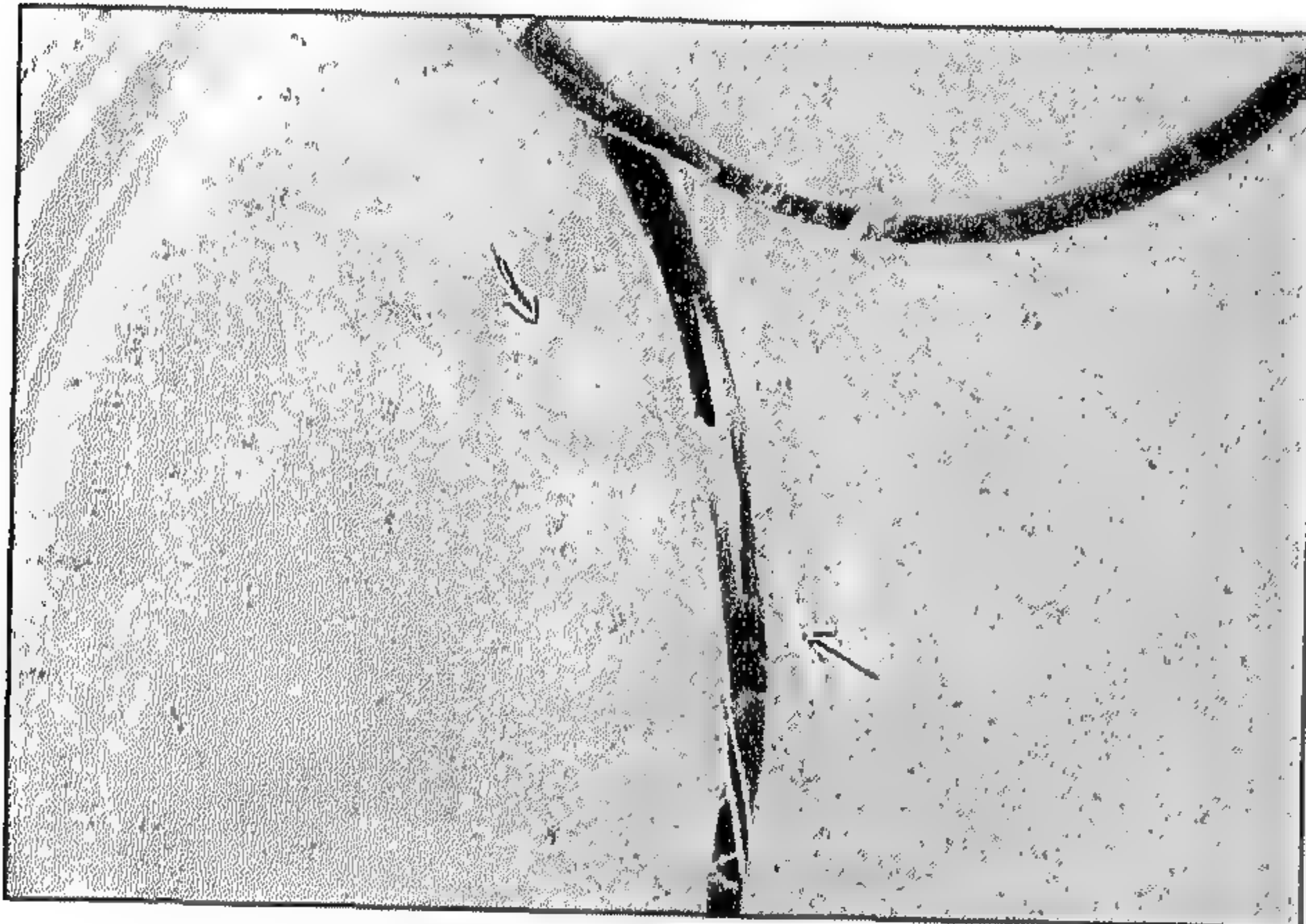
صورة رقم (١٤١- أ ب ج د هـ و)
توضح نمو فطر ASP. niger على مواد التقوية المختارة .



ب - بارالويد B72 .



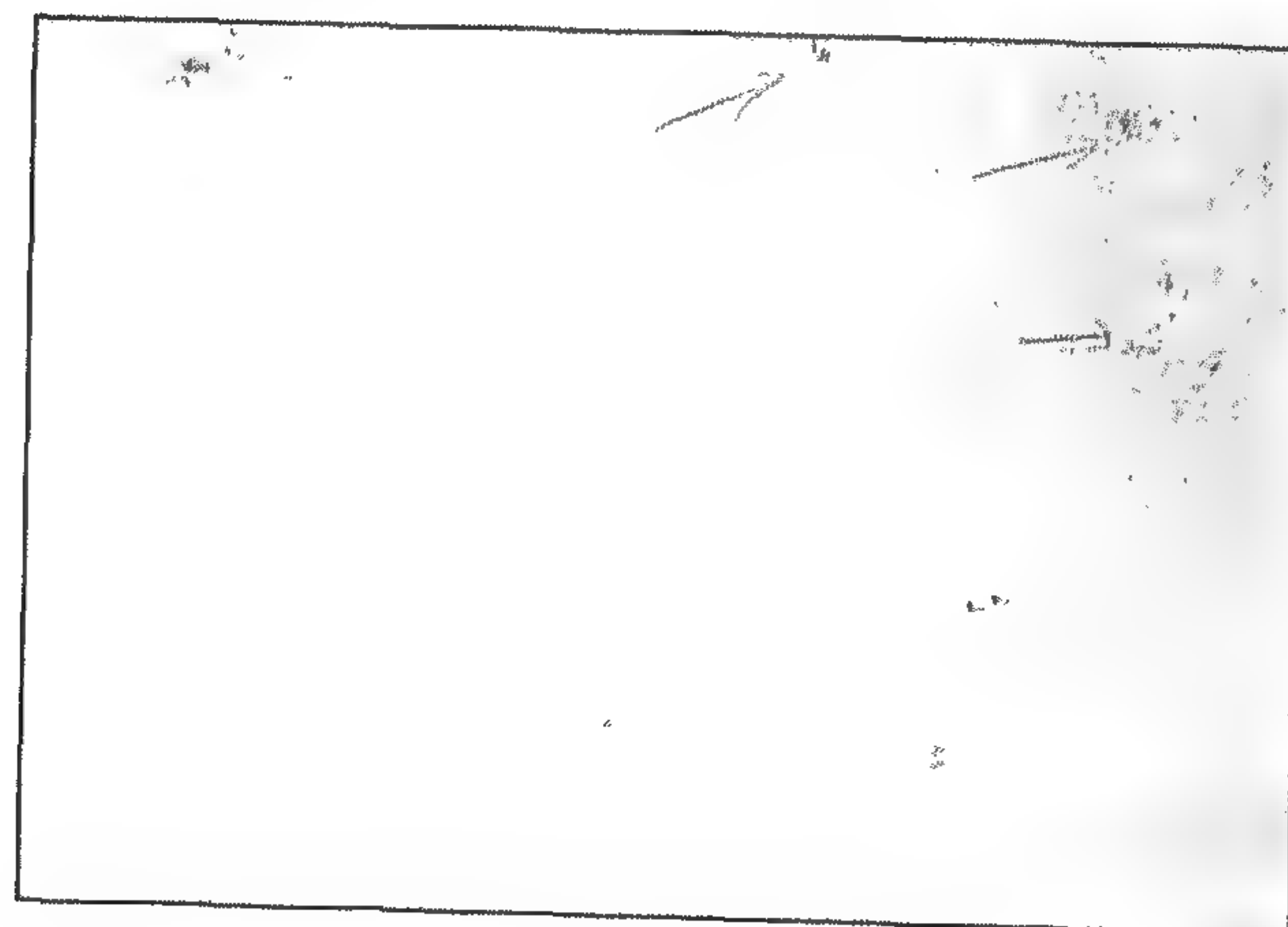
ا - بارالويد B48 .



د - فينافيل .



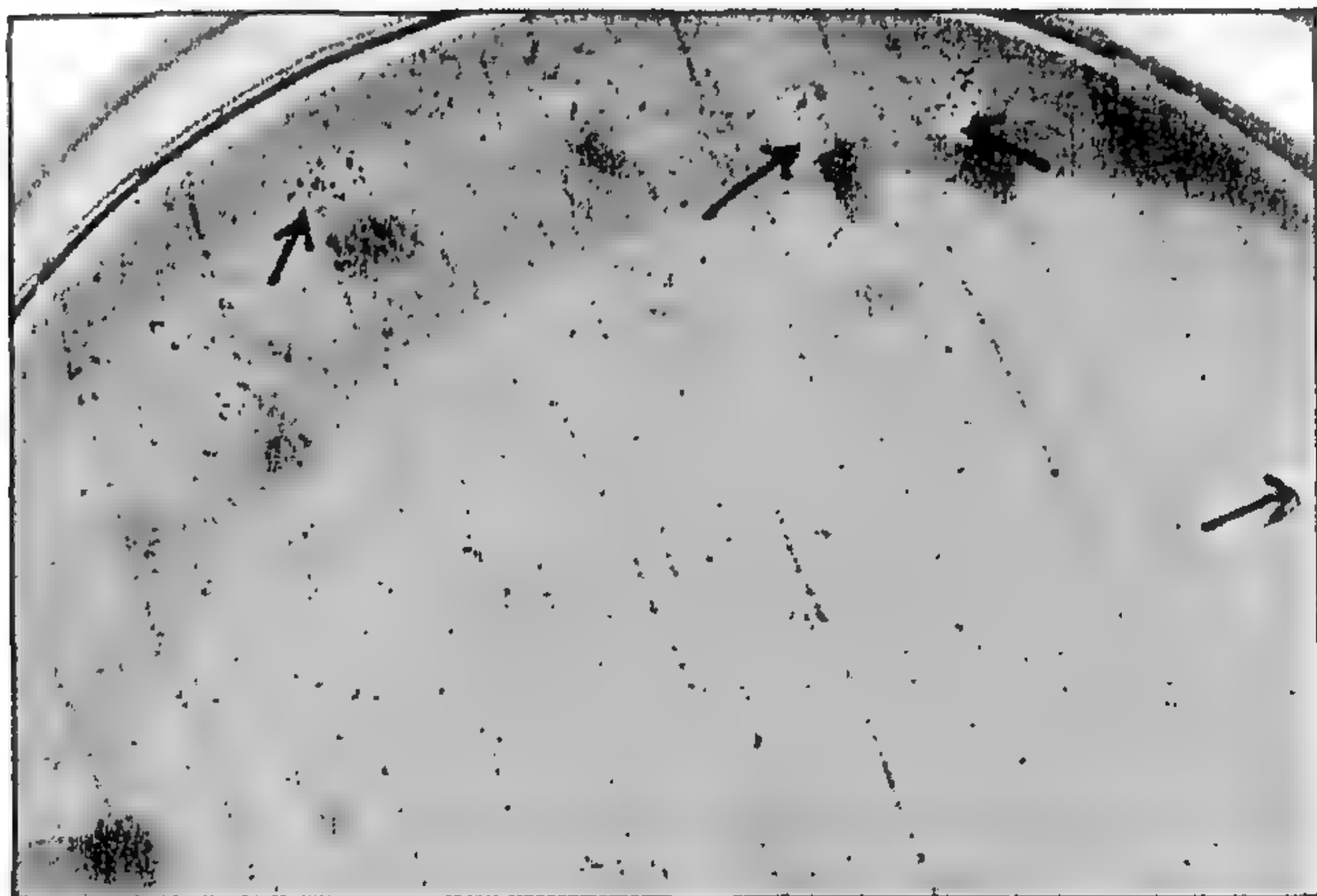
ج - كلوسيل G .



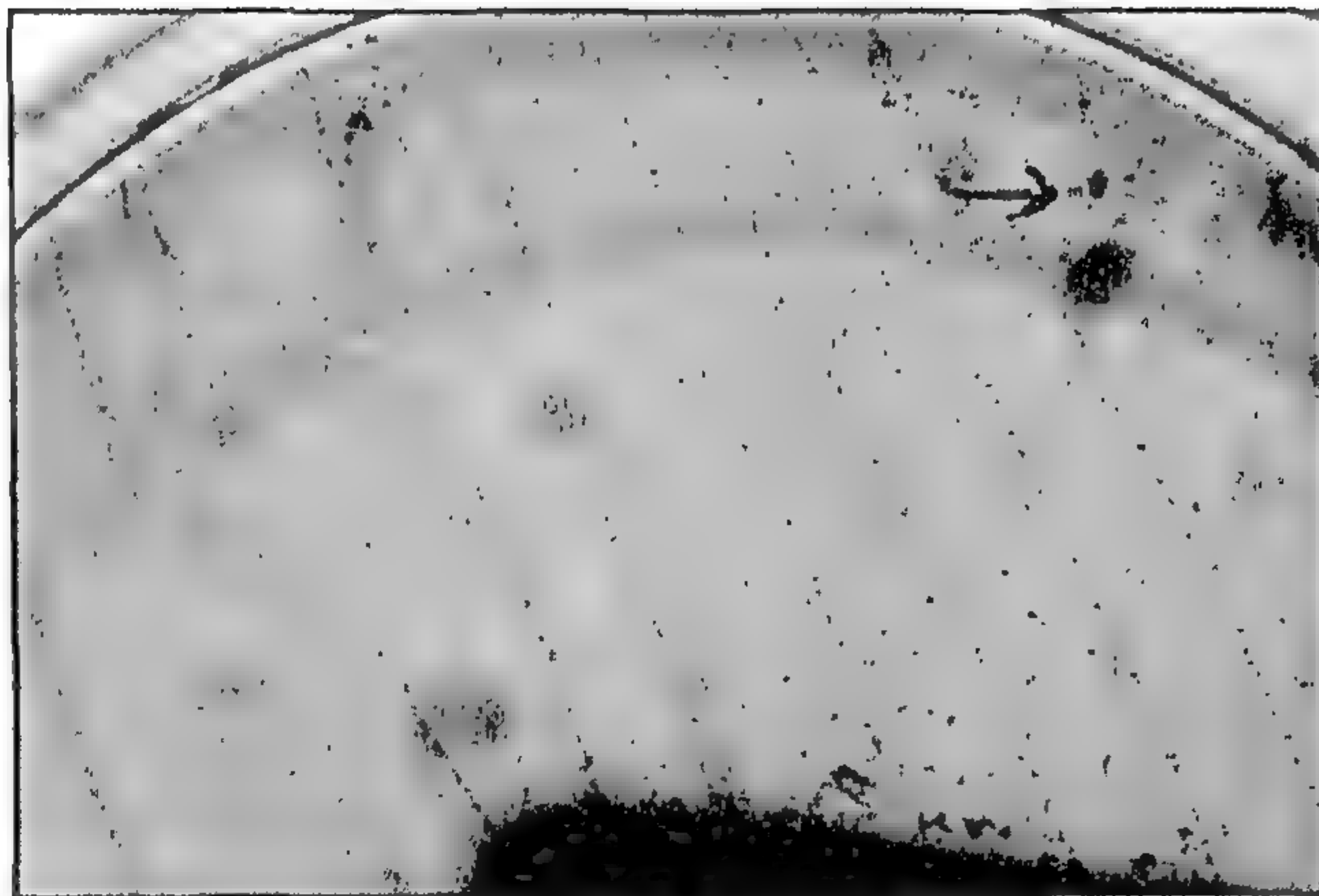
هـ - بلكسيسول B597 .

صورة رقم (١٤٢ - أ ب ج د هـ)

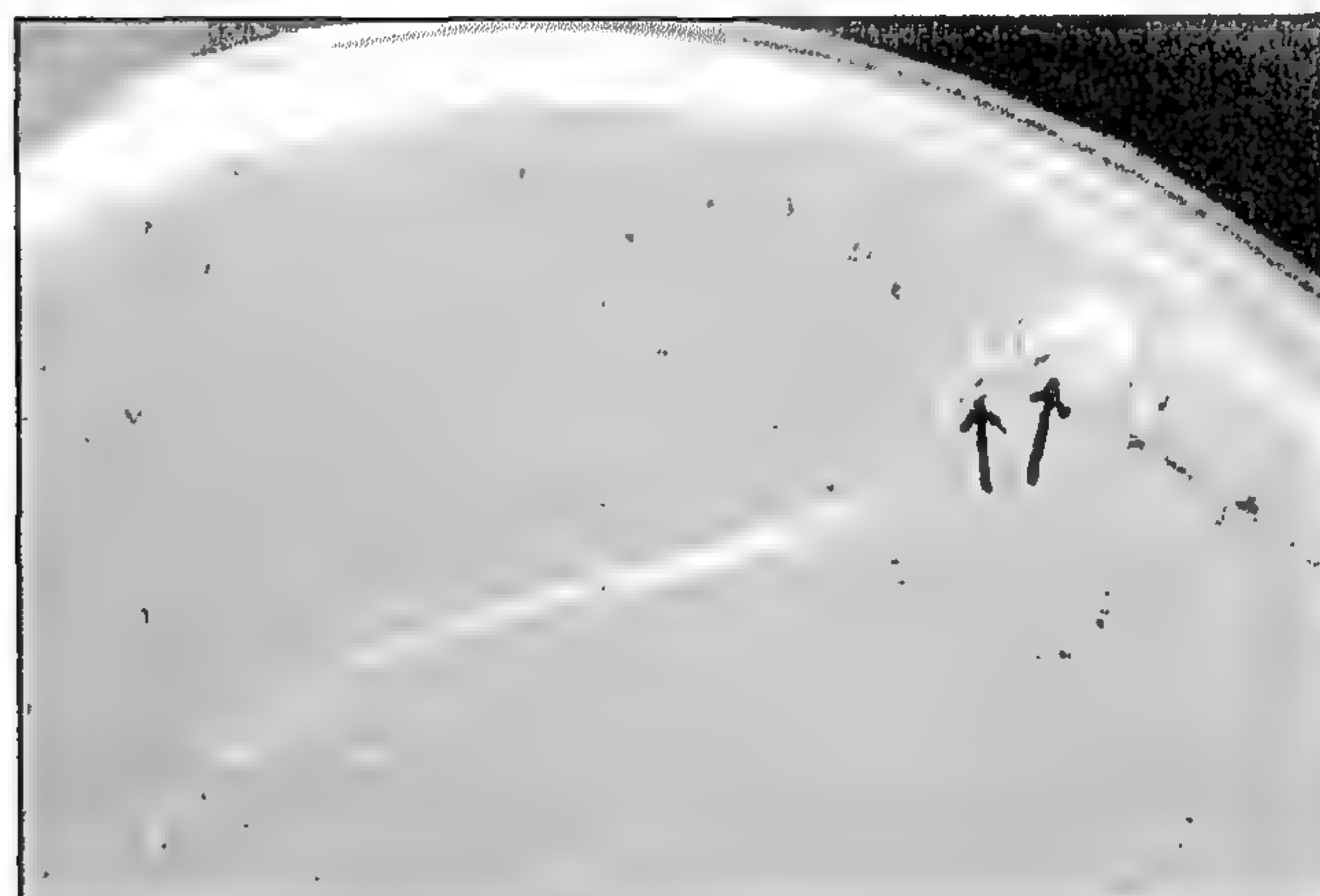
توضح نموفطر ASP. sulforous على مواد التقوية المختارة .



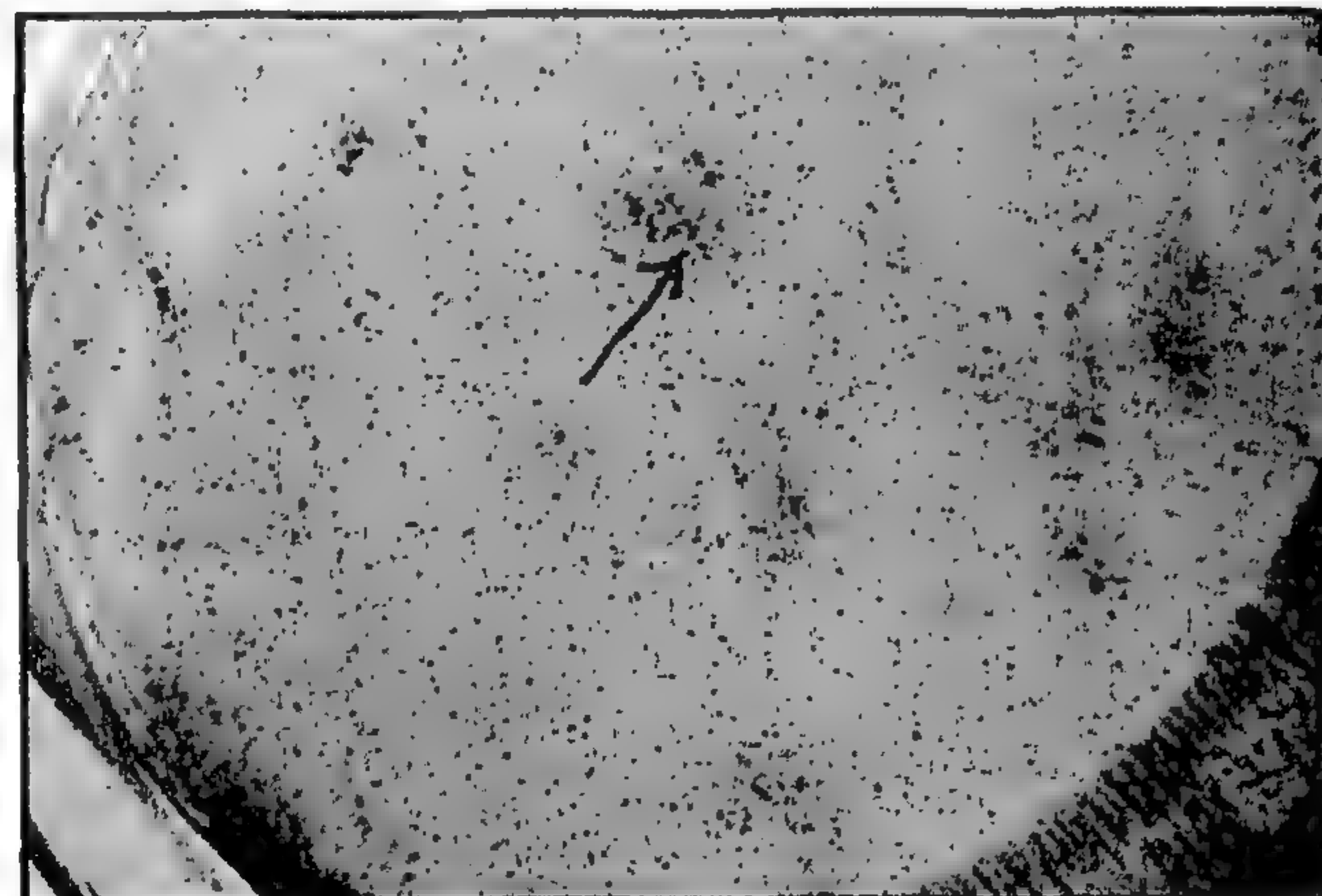
ب - بارالويد B72 .



١ - بارالويد B44 .

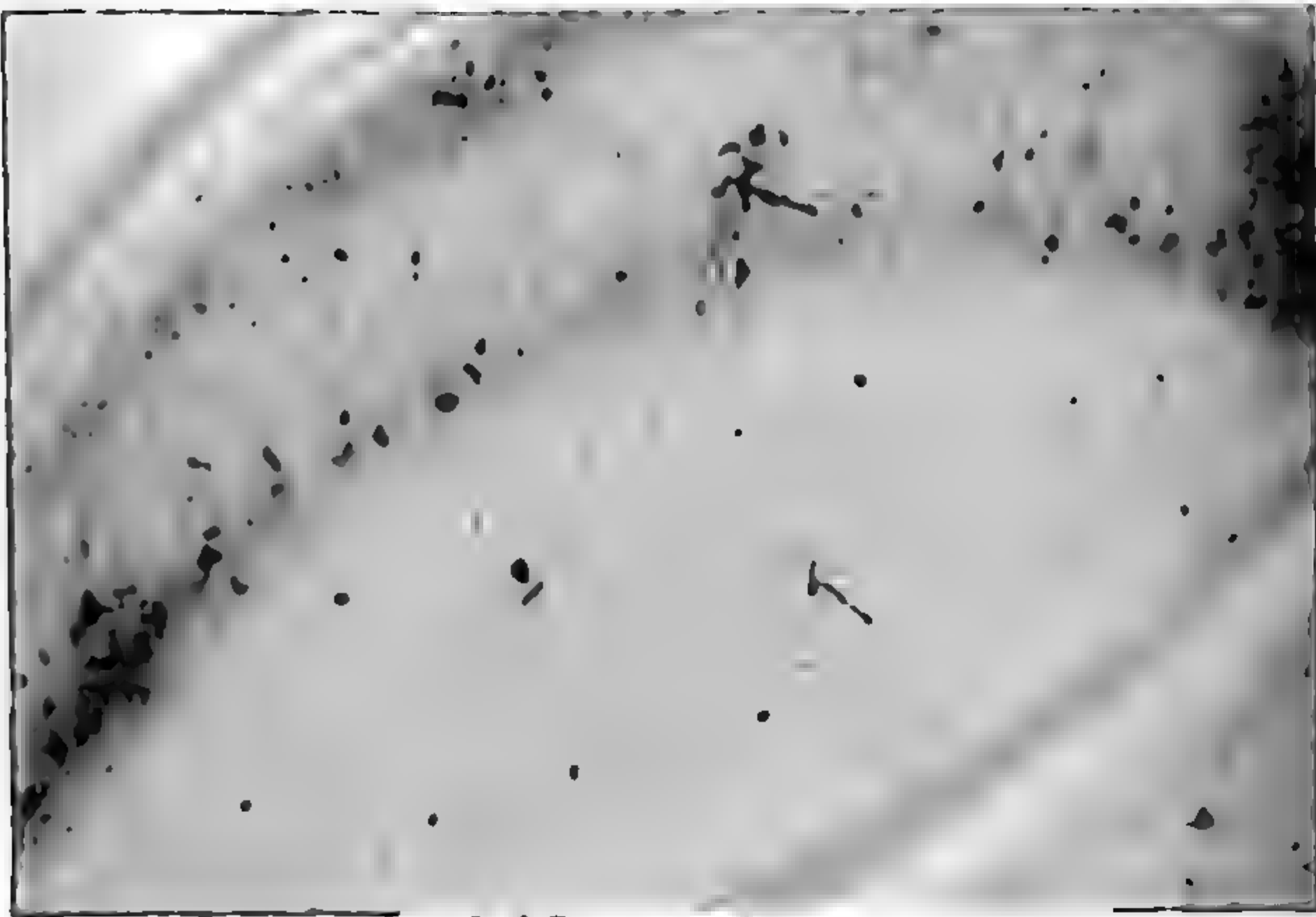


د - بلكسيسول B597 .

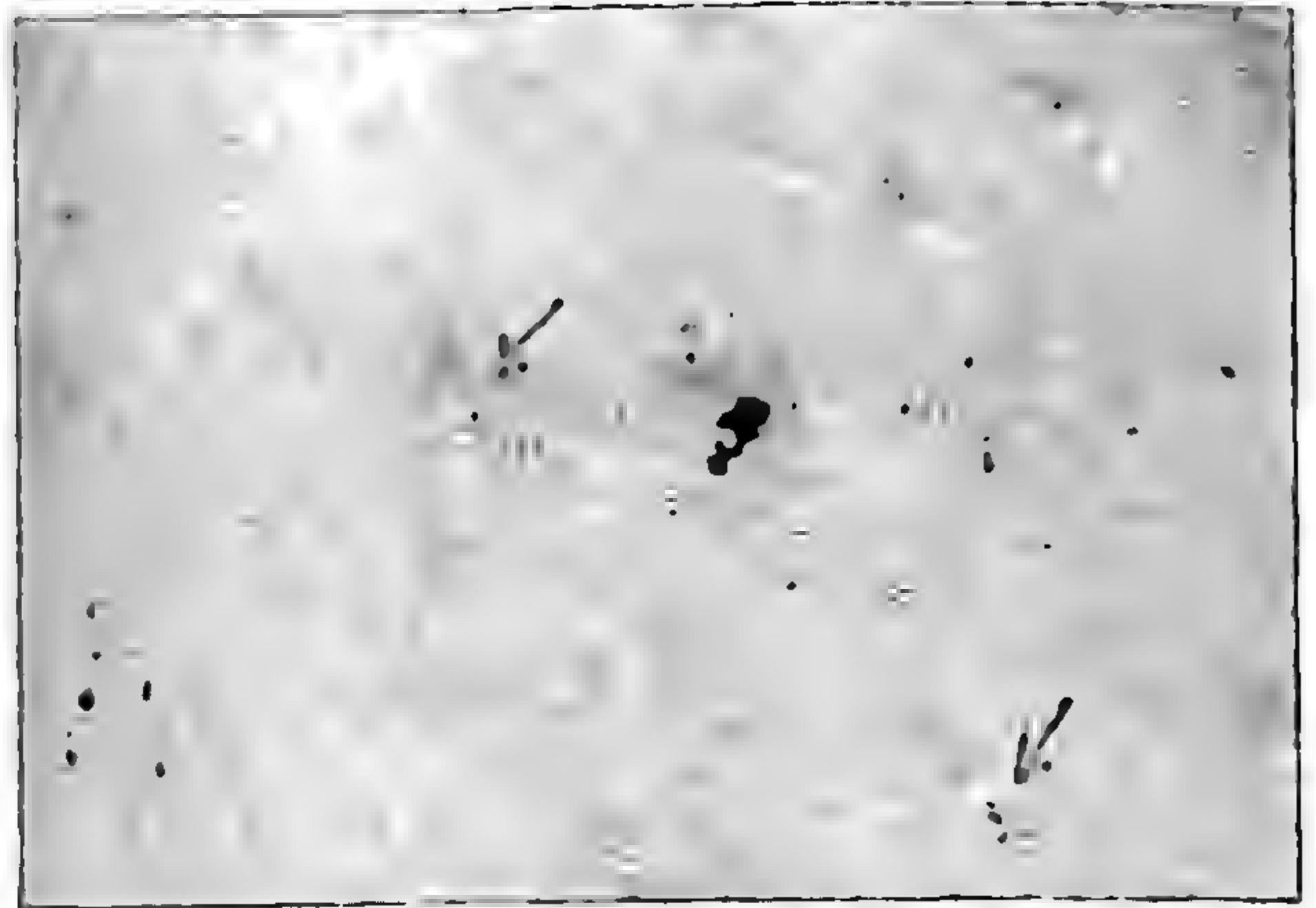


ج - كلوسيل G .

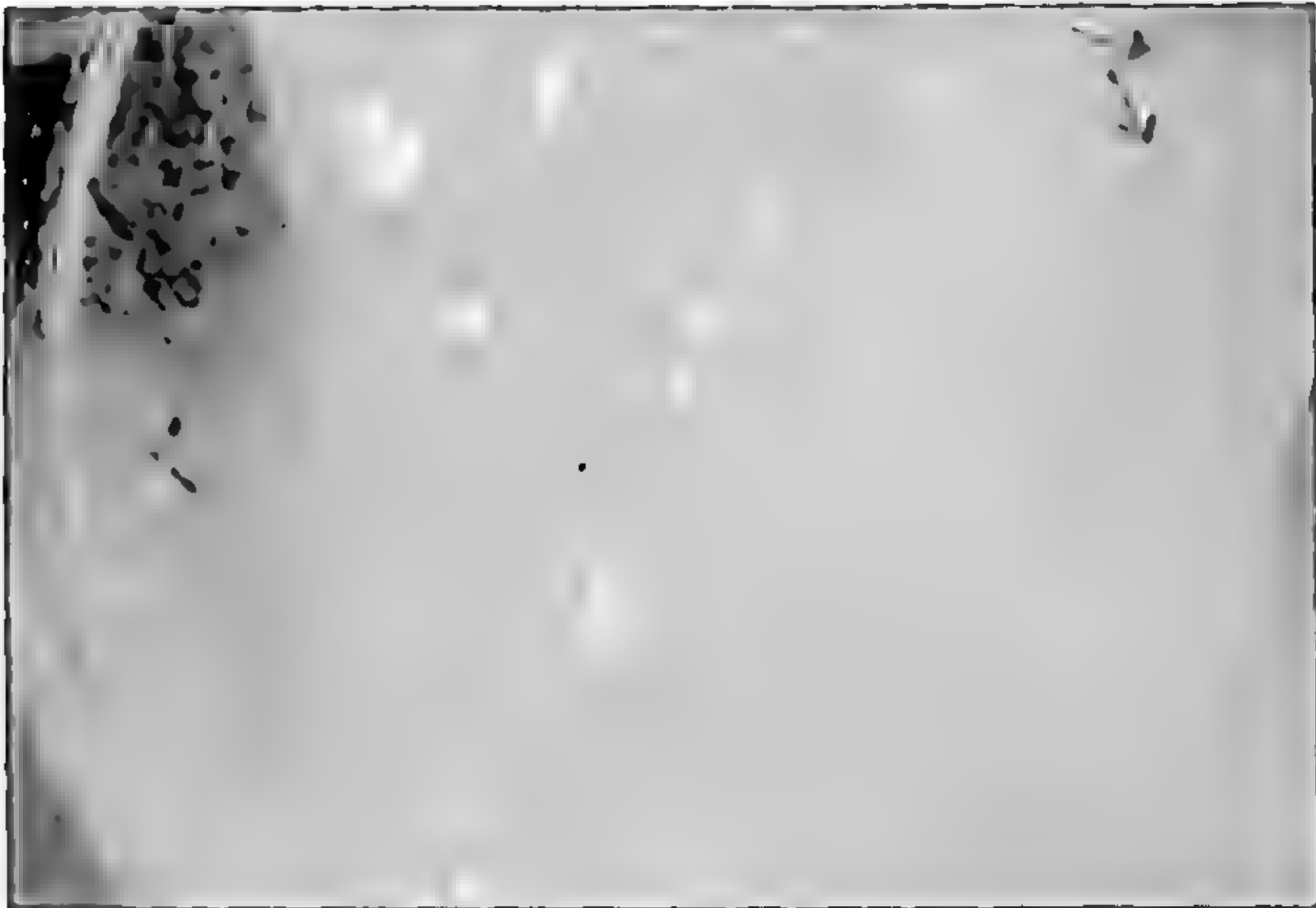
صورة رقم (١٤٣ - أ ب ج د)
توضح نمو فطر ASP.flavus على مواد التقوية المختارة .



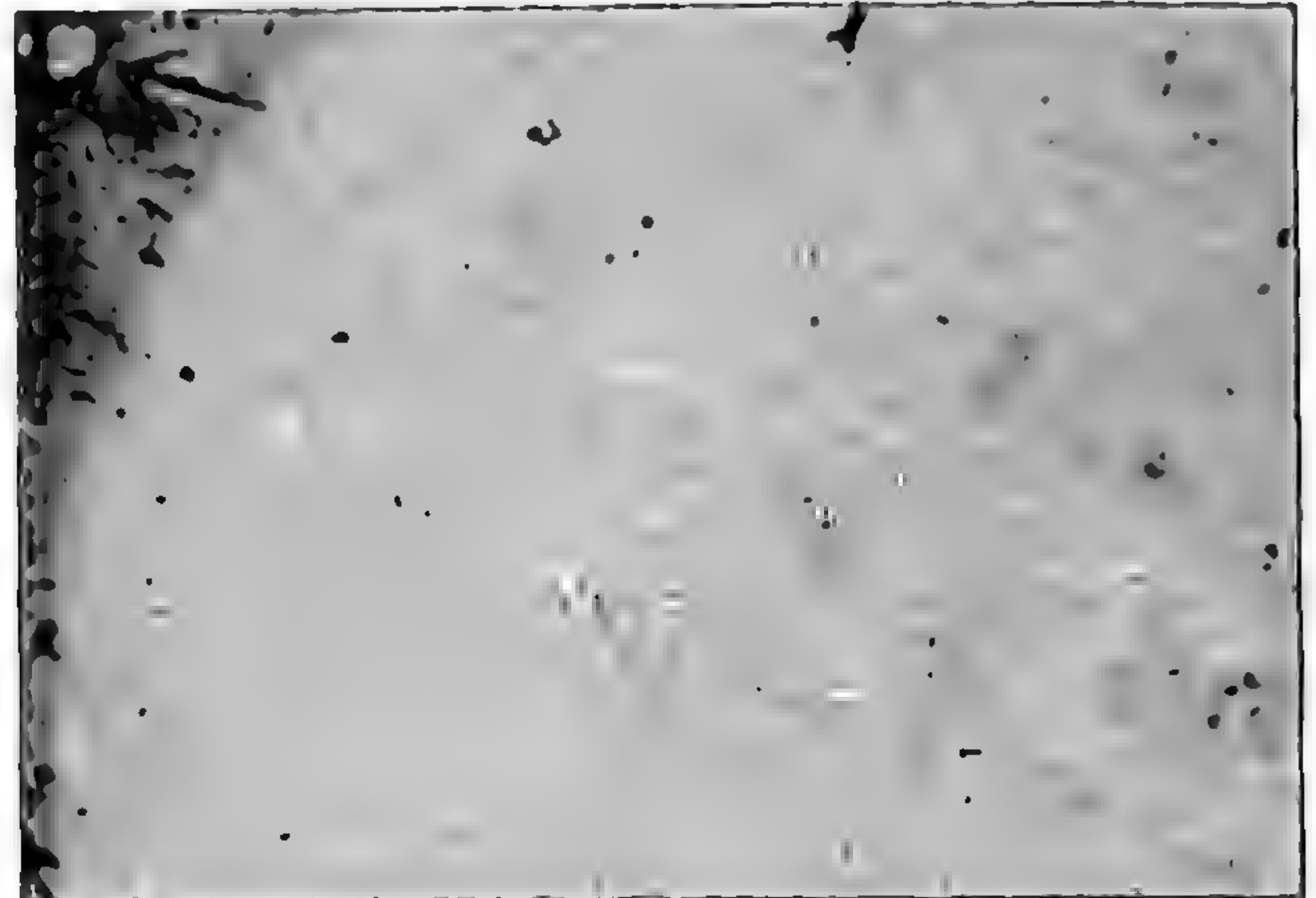
ب - بارالويد B48 .



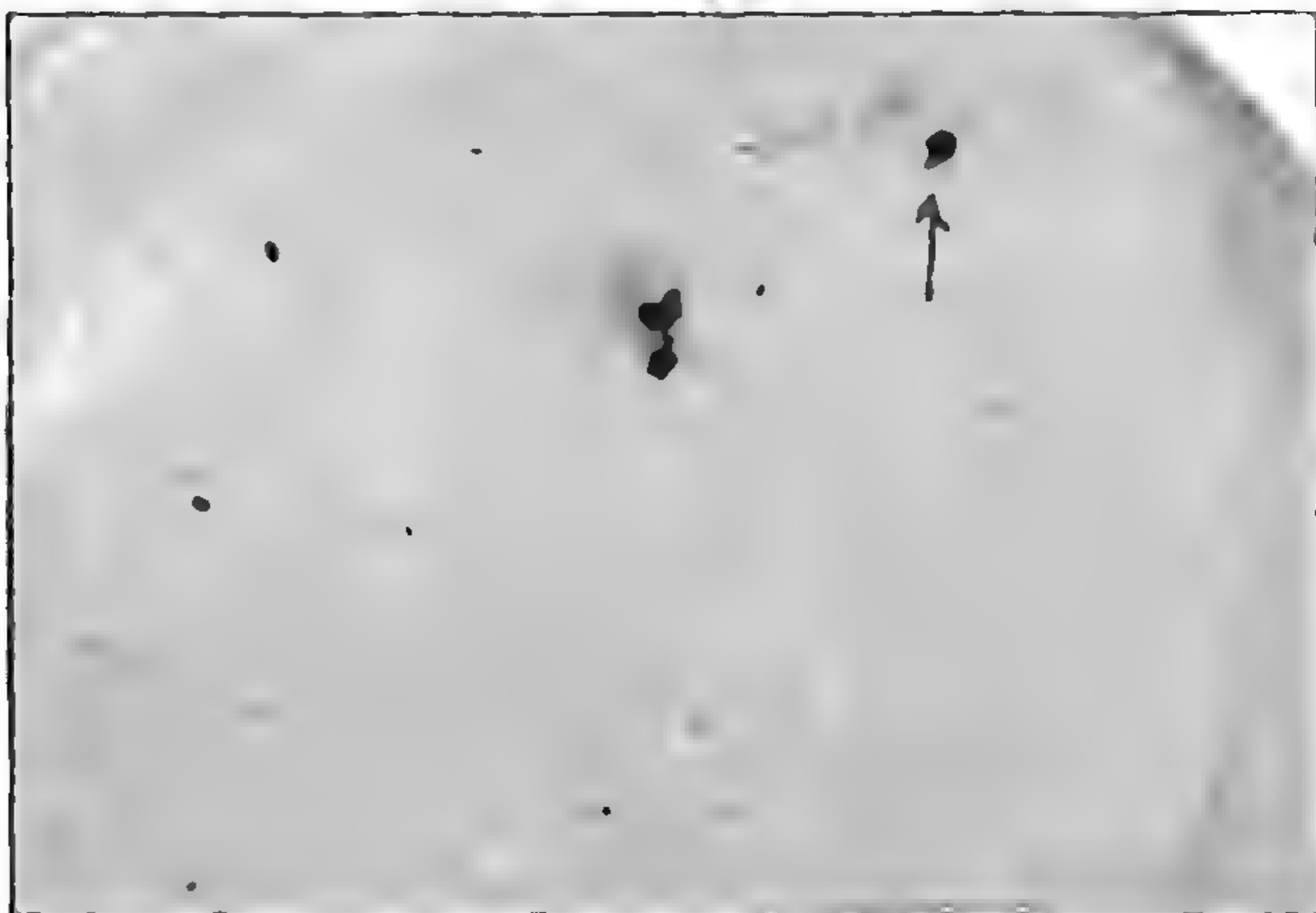
ا - بارالويد B44 .



د - بارالويد B72 .



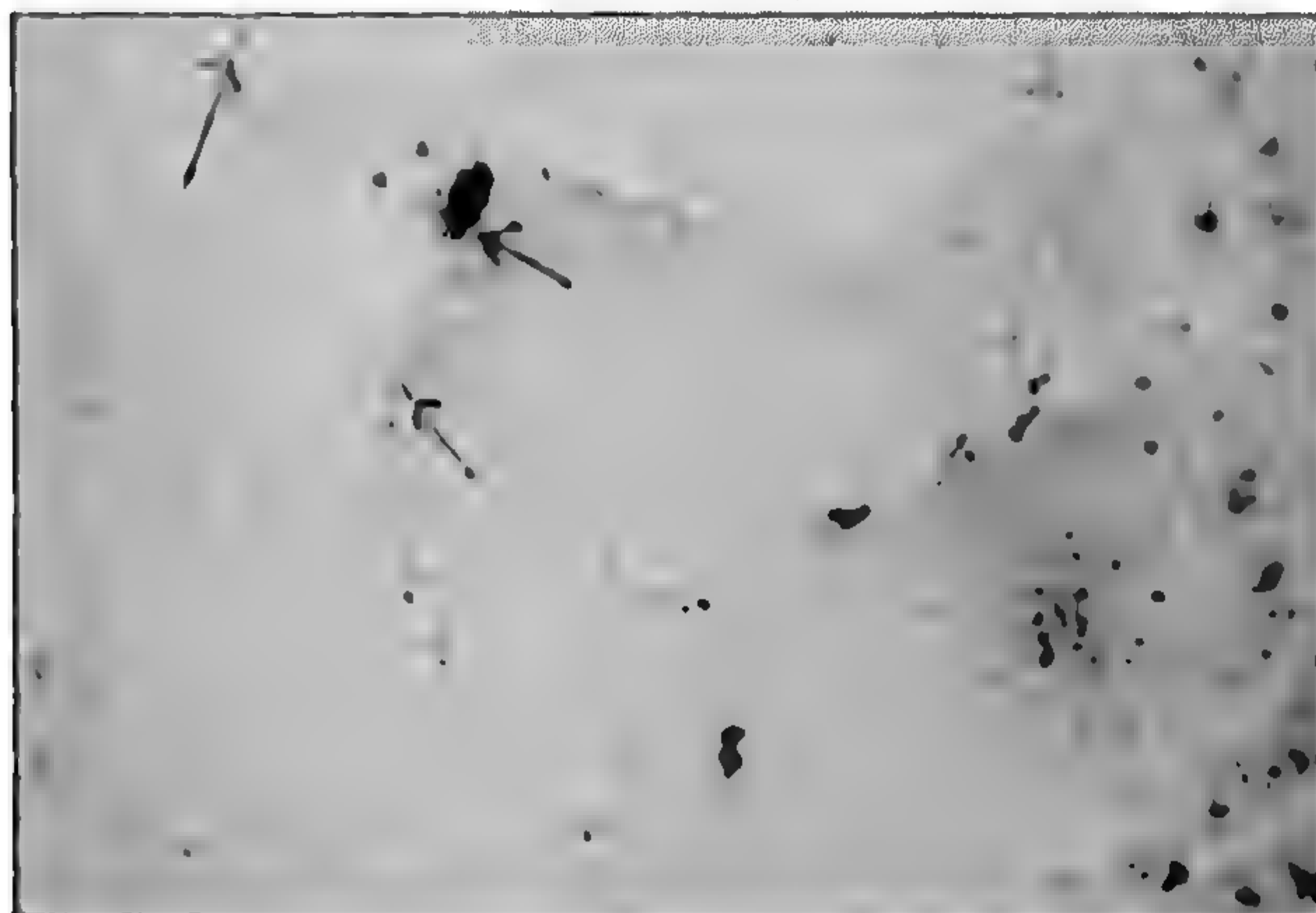
ج - بارالويد B67 .



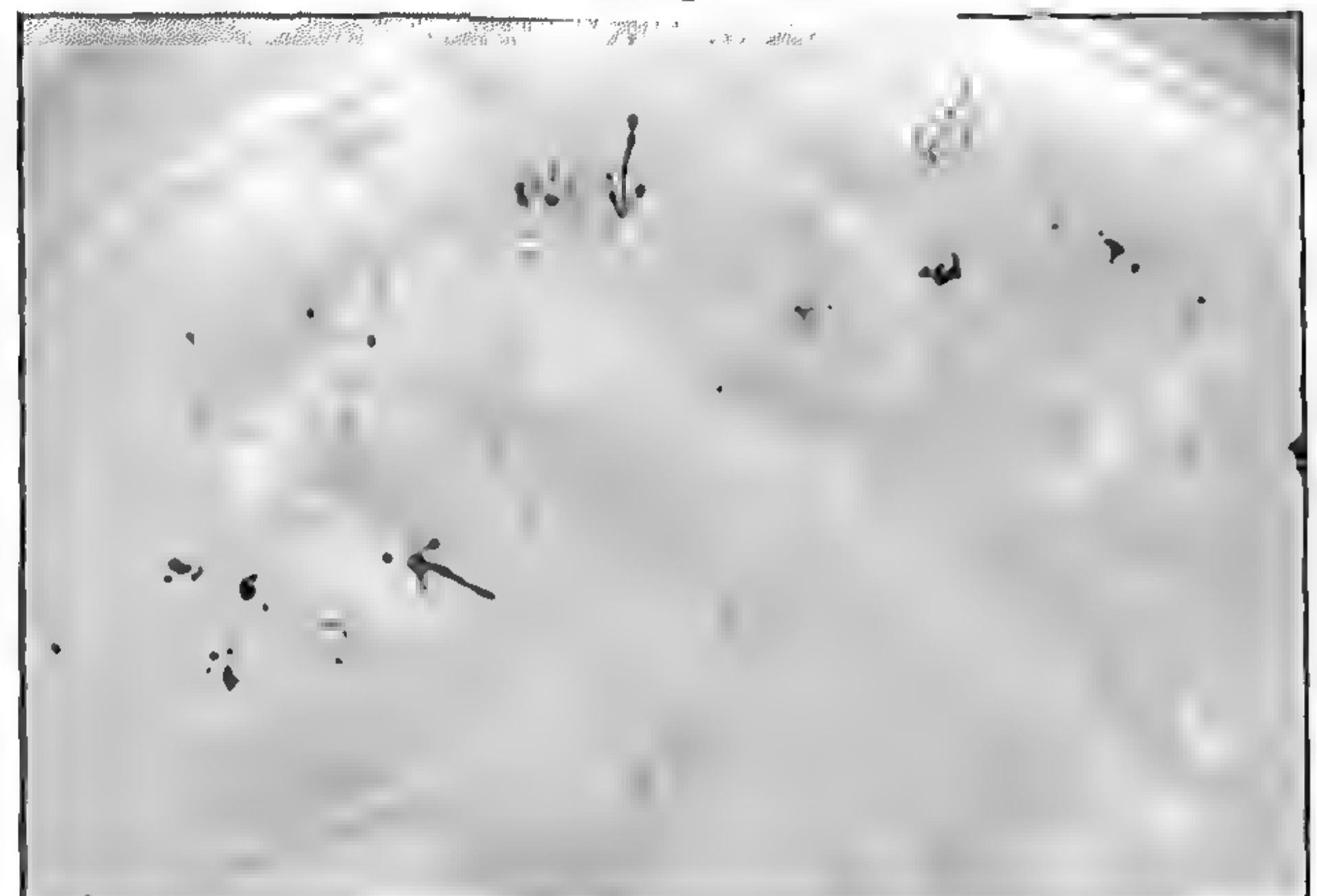
و - ميشيل السليولوز



هـ - كلوسيل G .

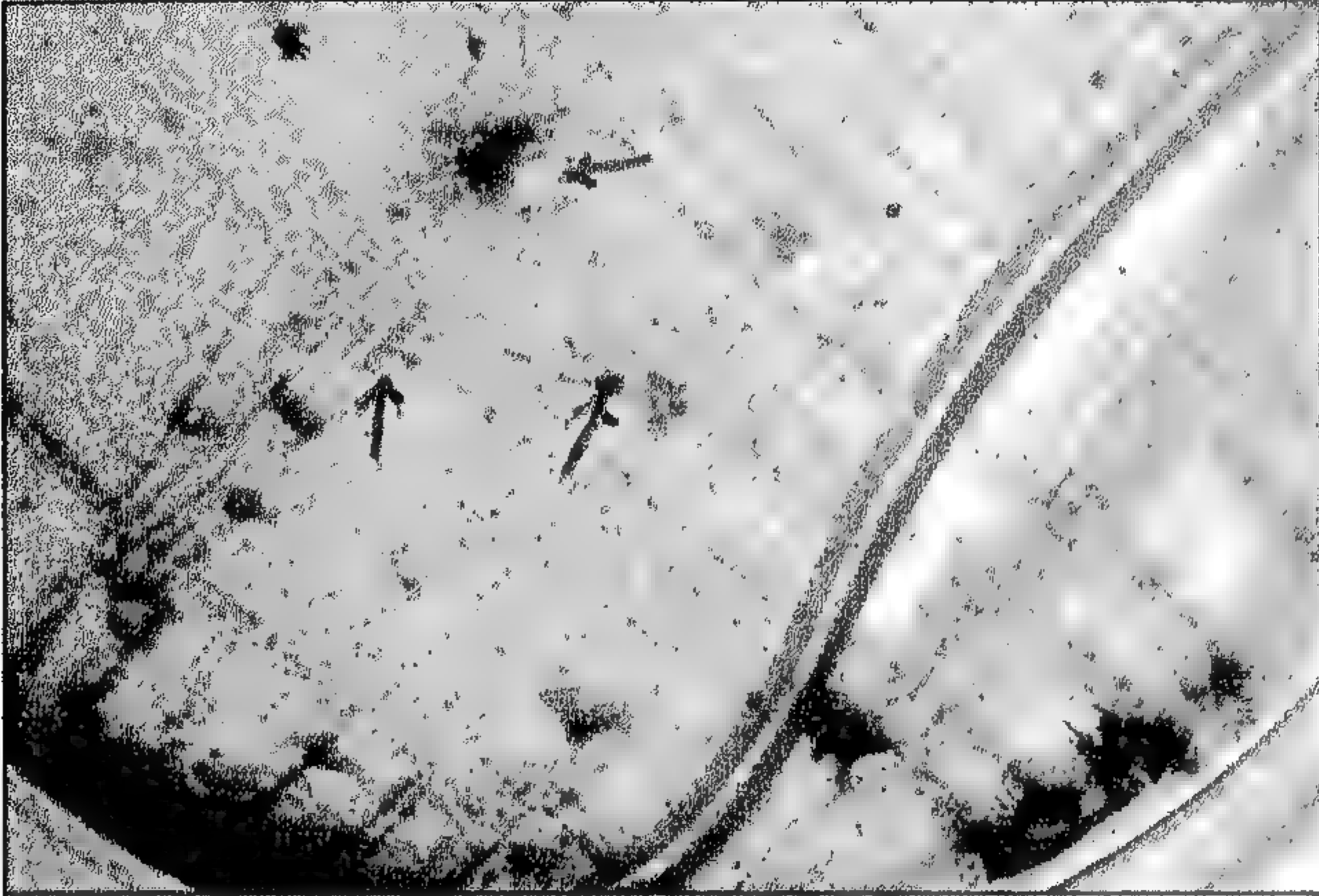


ح - بلكسيبول B597

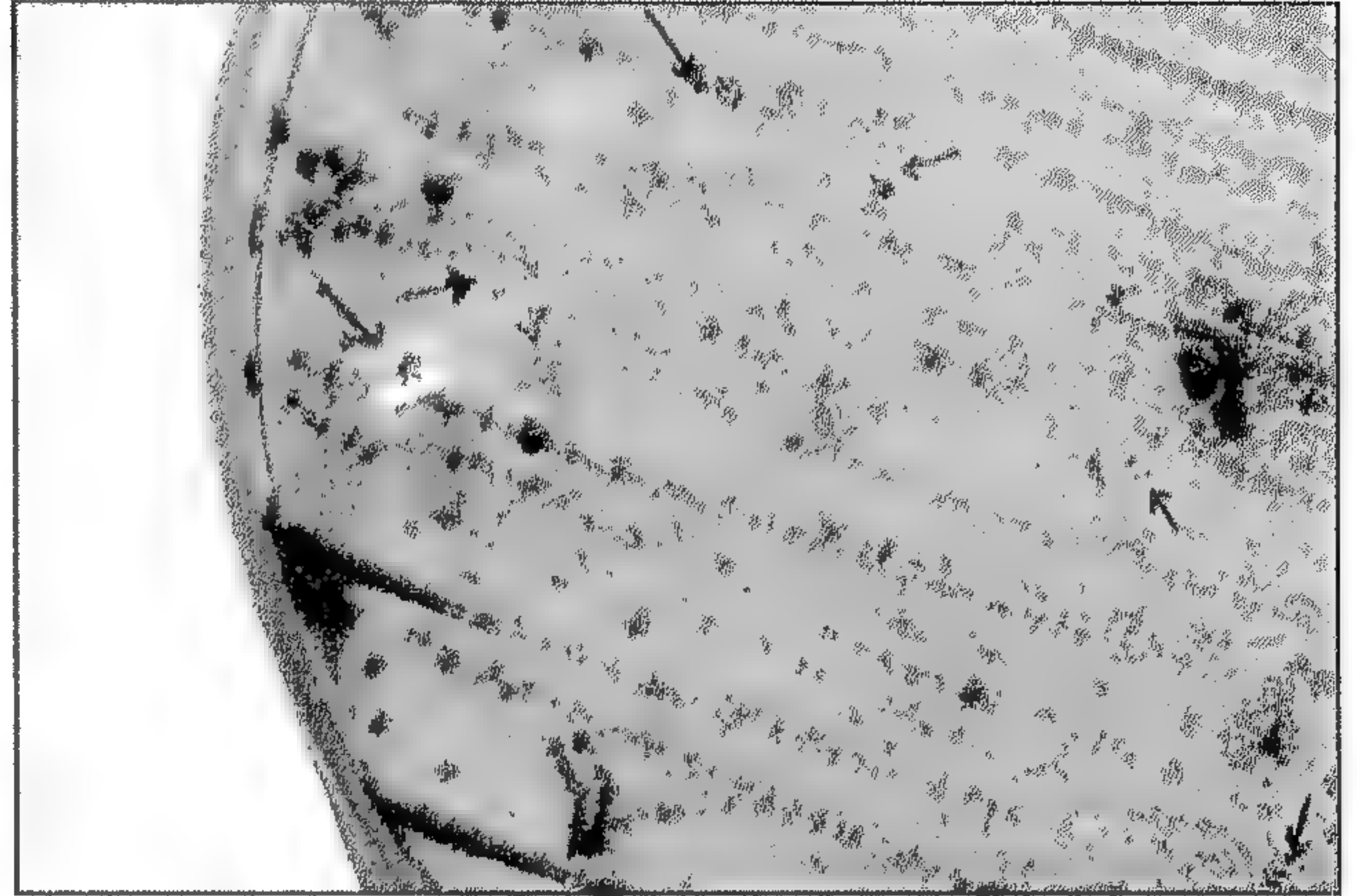


ز - فينافيل

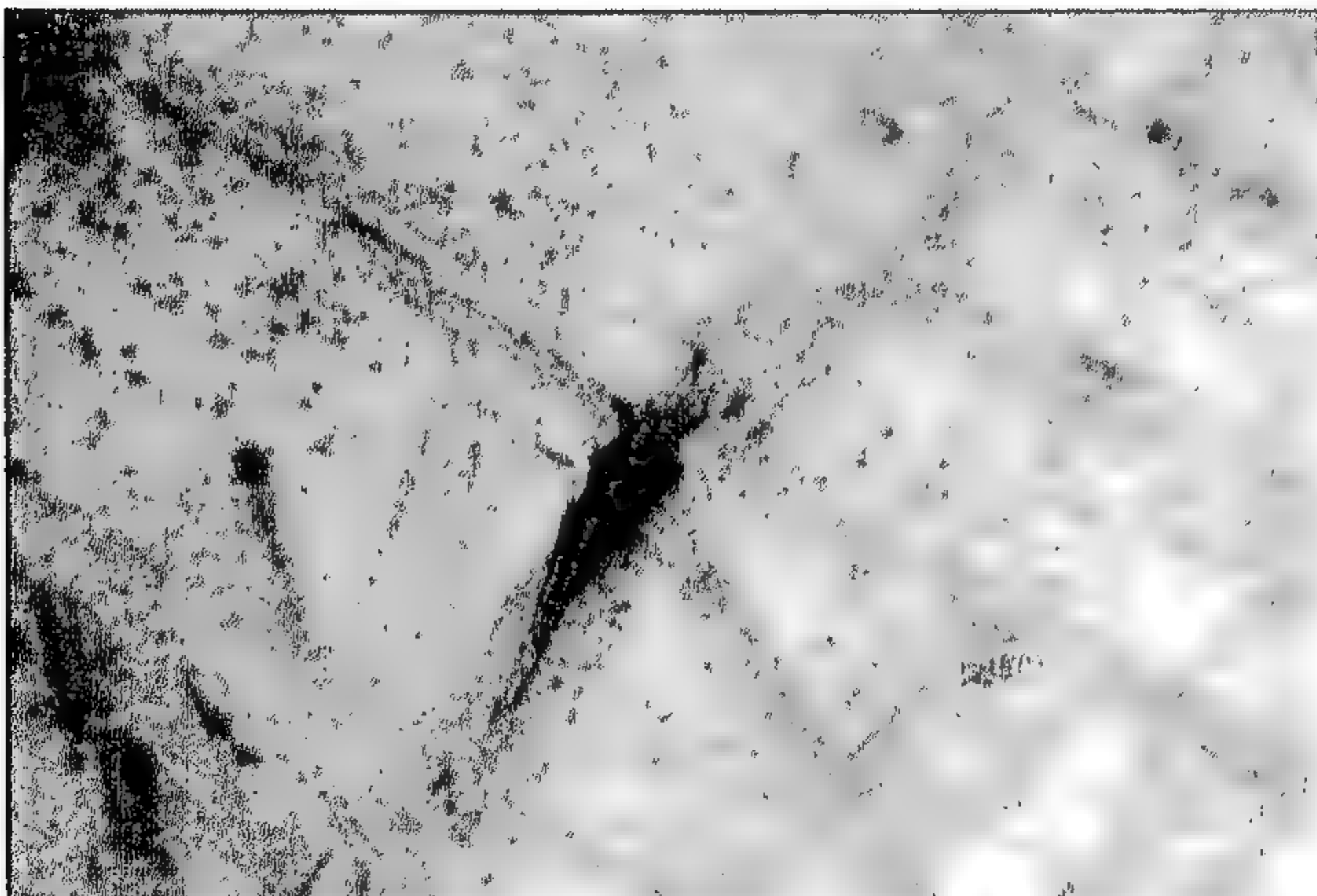
صور رقم (١٤٤ - أ ب ج د هـ و ز ح) *Alternaria* على مواد التقوية المختارة .
توضح نمو فطريات



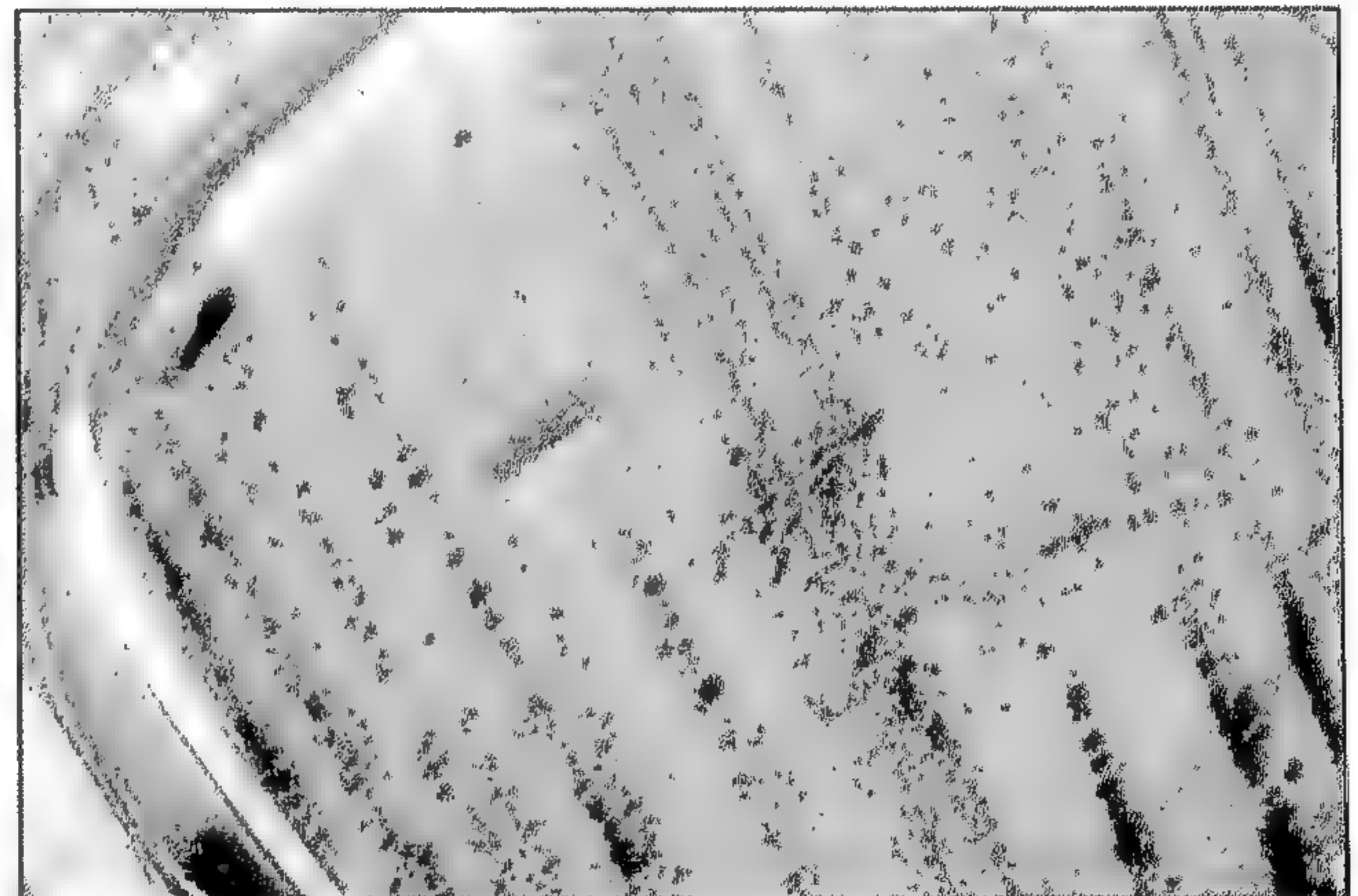
ب - بارالويد B72 .



ا - بارالويد B44 .



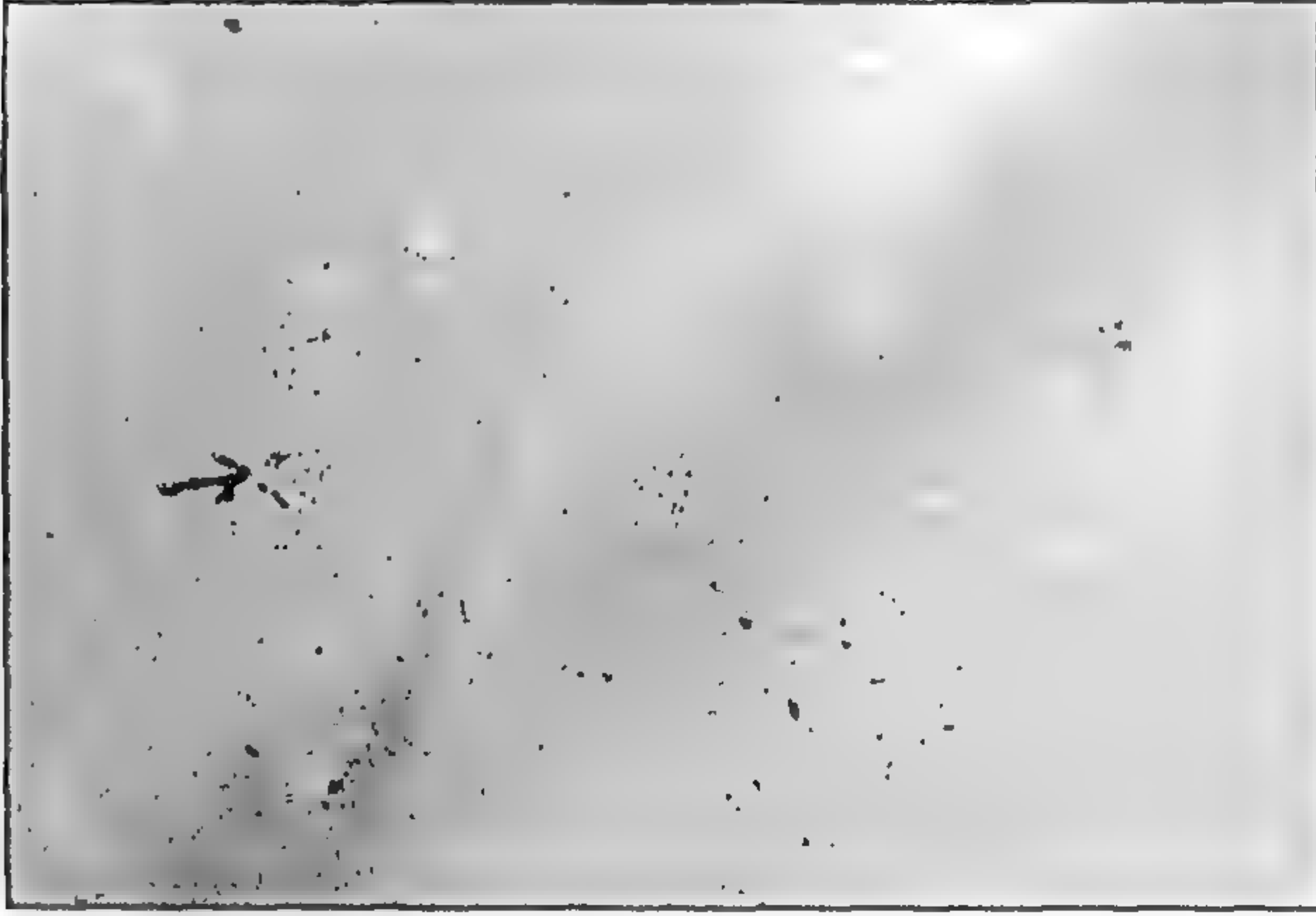
د - فينافيل .



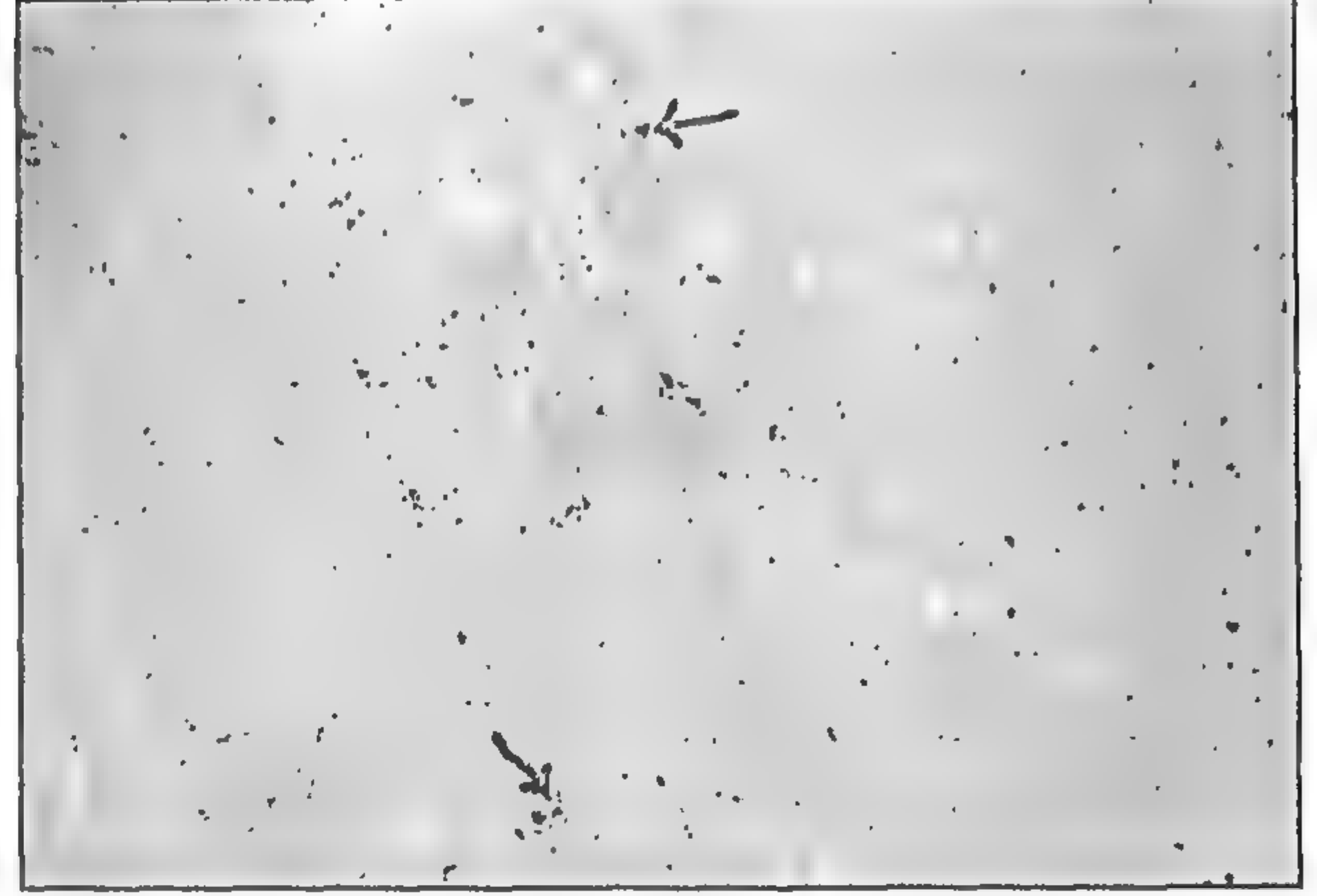
ج - كلوسيل G .

صور رقم (١٤٥ - أ ب ج د)

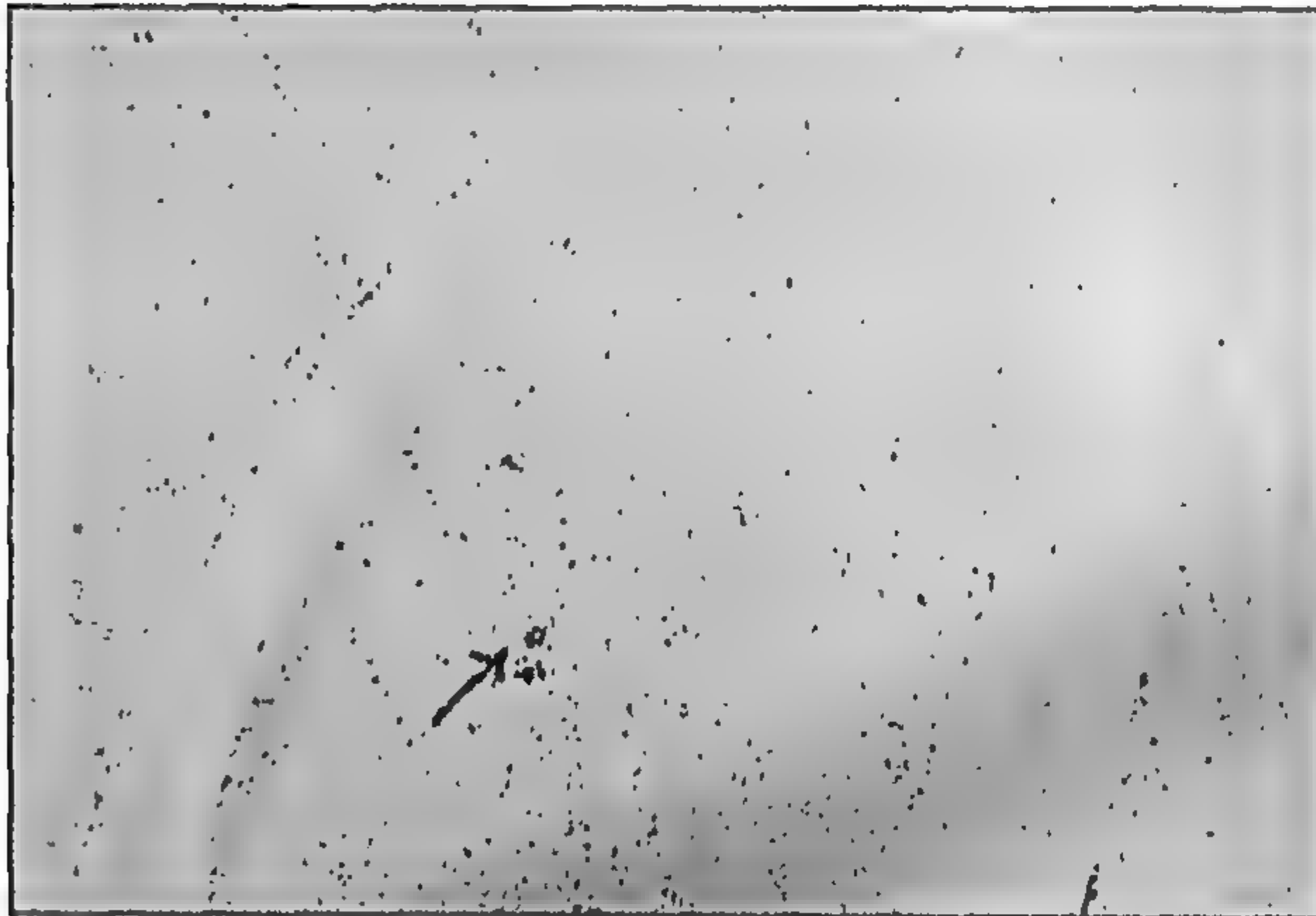
توضح نمو فطريات Cladosporium على مواد التقوية المختارة .



ب - بارالويد B48 .



ا - بارالويد B44 .



د - بلكسيسول B597 .



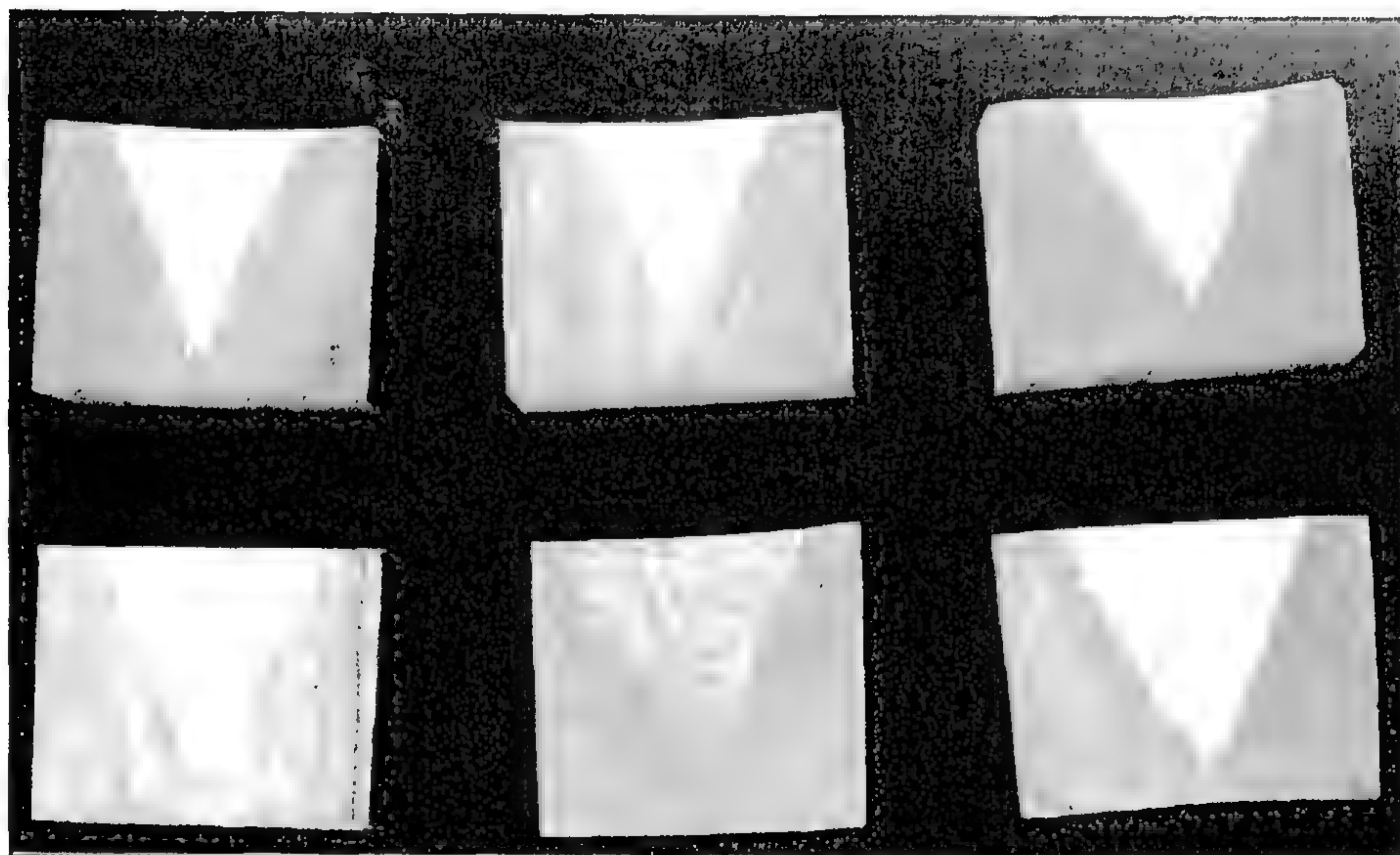
ج - كلوسيل G .

صور رقم (١٤٦ - ا ب ج د)

توضح نمو فطريات العفن البنى (Brown rot) على مواد التقوية المختارة .

صورة رقم (١٤٧)

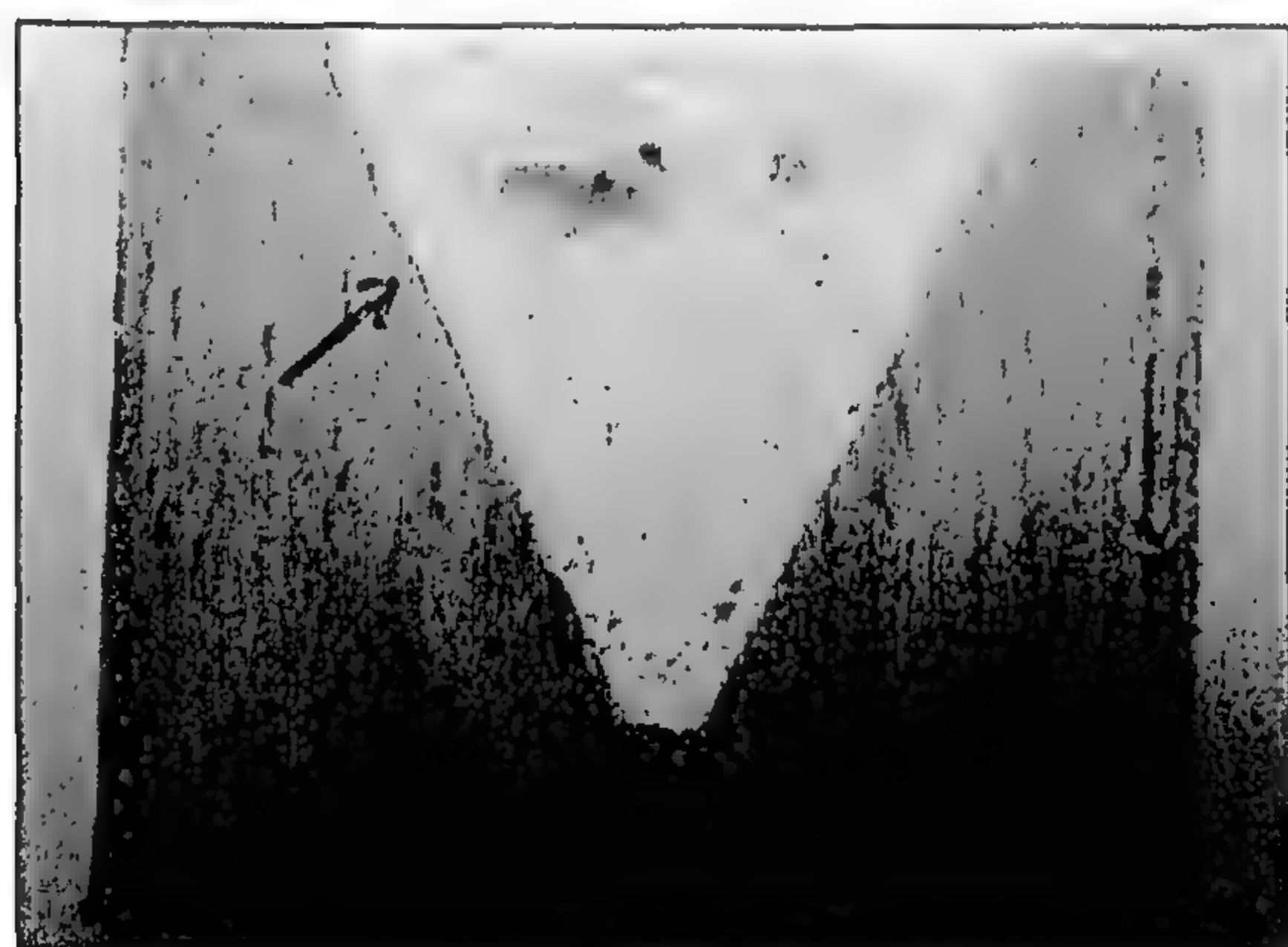
المخاليط والمواد المائلة مطبقة داخل فراغات بمربعات من الخشب للتعرف والمفاضلة بين سلوكياتها .



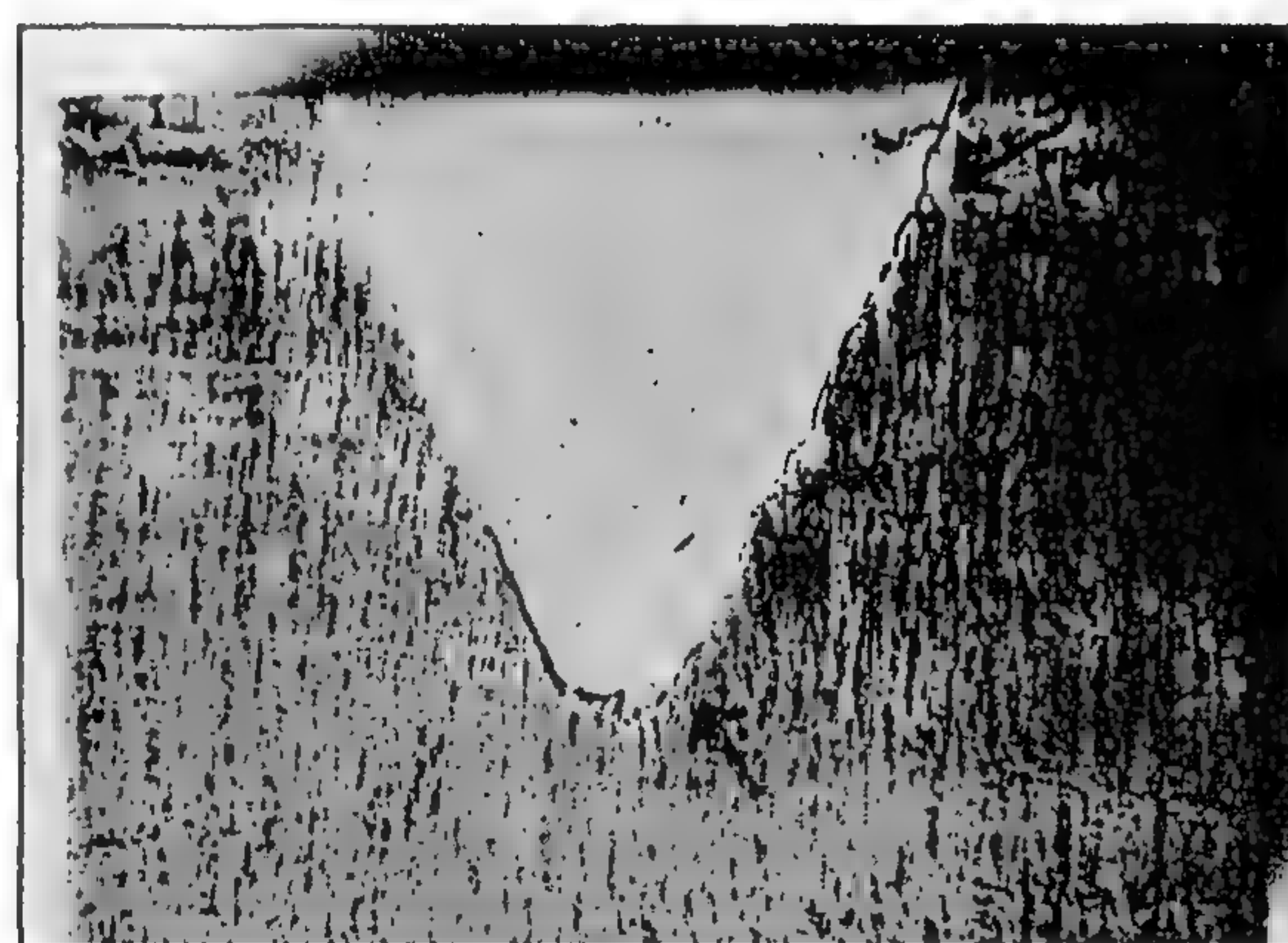
صورة رقم (١٤٨)

توضح الفرق بين مدى انكماش مكعبات بعض عينات المخاليط المائلة بعد الجفاف والتصلب . حيث :

- ١ - العينة رقم (٢)
- ب - العينة رقم (٦) .
- ج - العينة رقم (٨) المستخدم معها غراء الجلود كوسيط لاصق .
- د - العينة رقم (٧) المستخدم معها غراء الأرنب كوسيط لاصق .



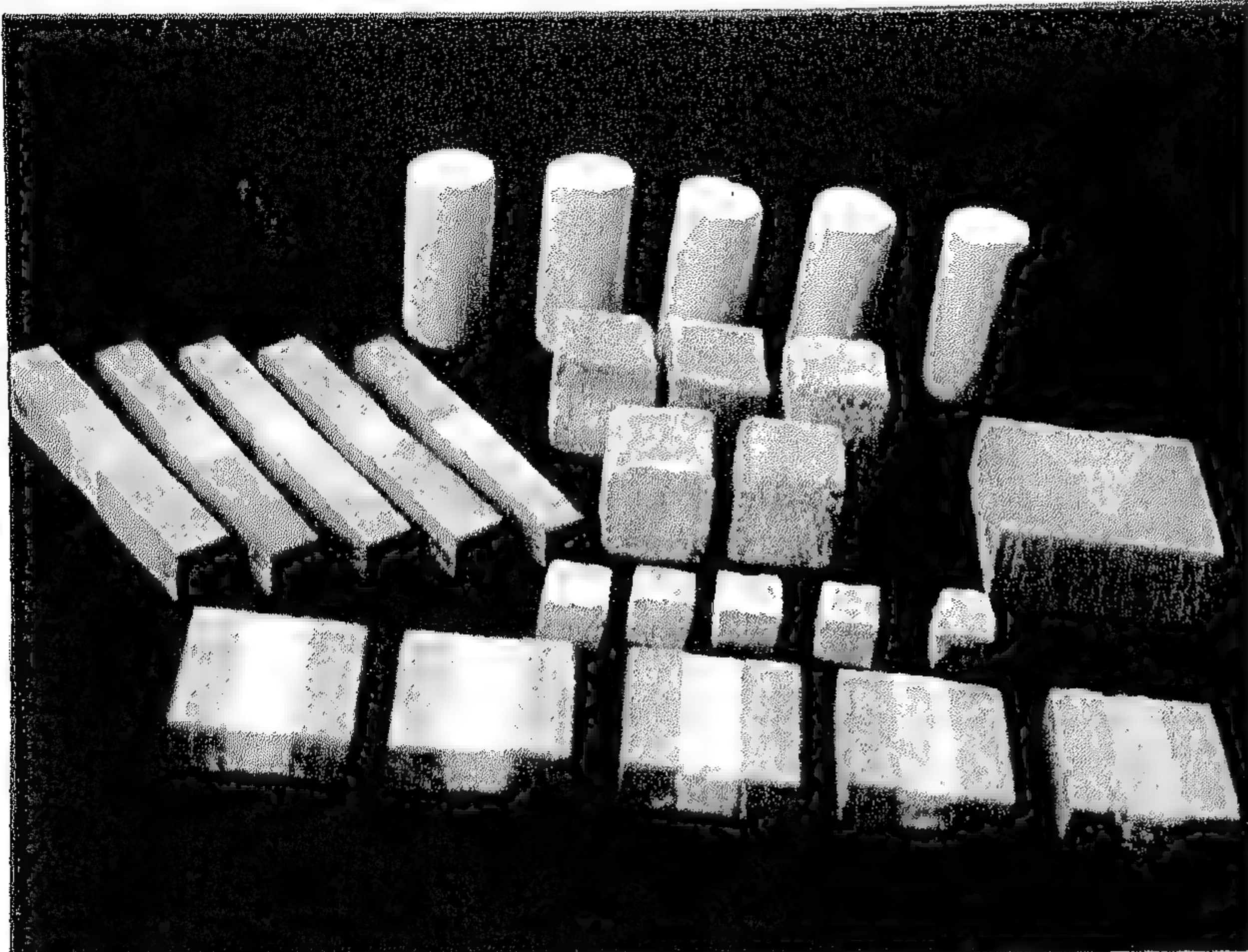
(ب)



(أ)

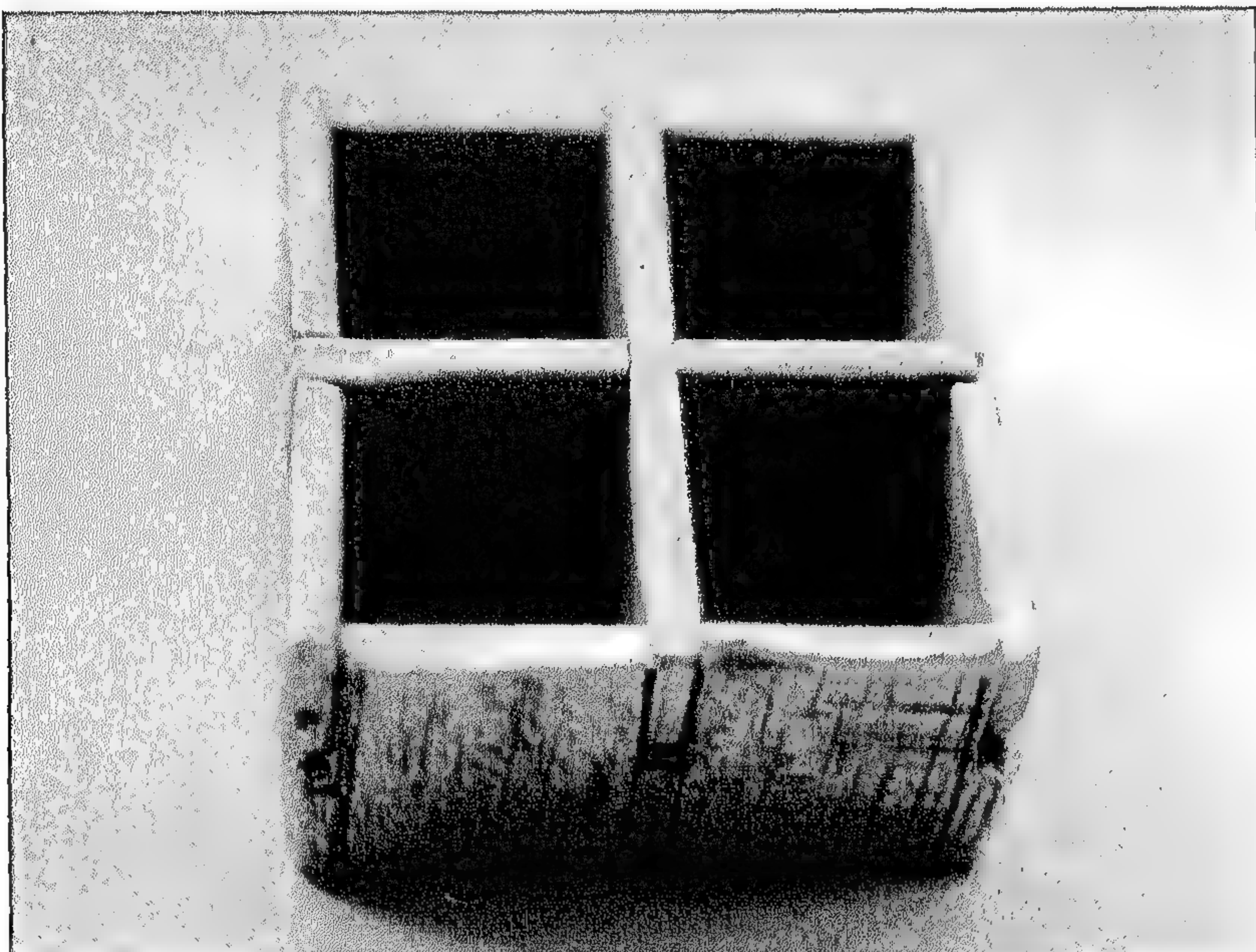
صورة رقم (١٤٩ أ- ب)

أمثلة لبعض العيوب الناتجة عن قصور في المخاليط المائلة المختبرة ، حيث (أ) توضح ظهور شرخ دقيق بين الخشب والعينة رقم (٩) بسبب انخفاض قوى الالتصاق ، بينما توضح (ب) تواجد فقاعات هواء أسفل طبقة السطح في العينة (٢) بسبب اللزوجة العالية .



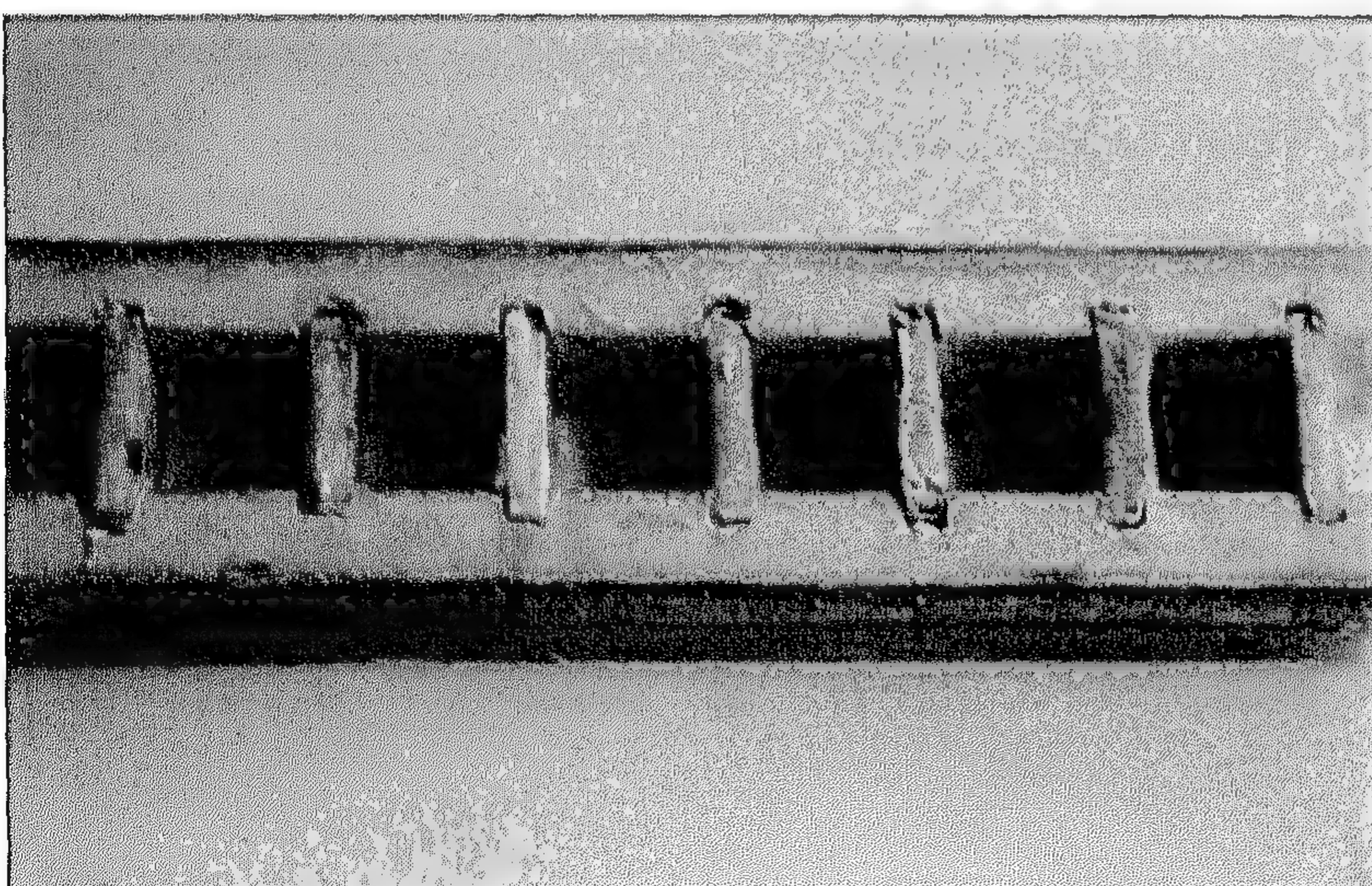
صورة رقم (١٥٠)

توضح مجموعة الأشكال المختلفة التي تم إعدادها لكل من عينات المخاليج المائلة المختارة لاستخدامها في اختبارات تحديد الخواص الميكانيكية .



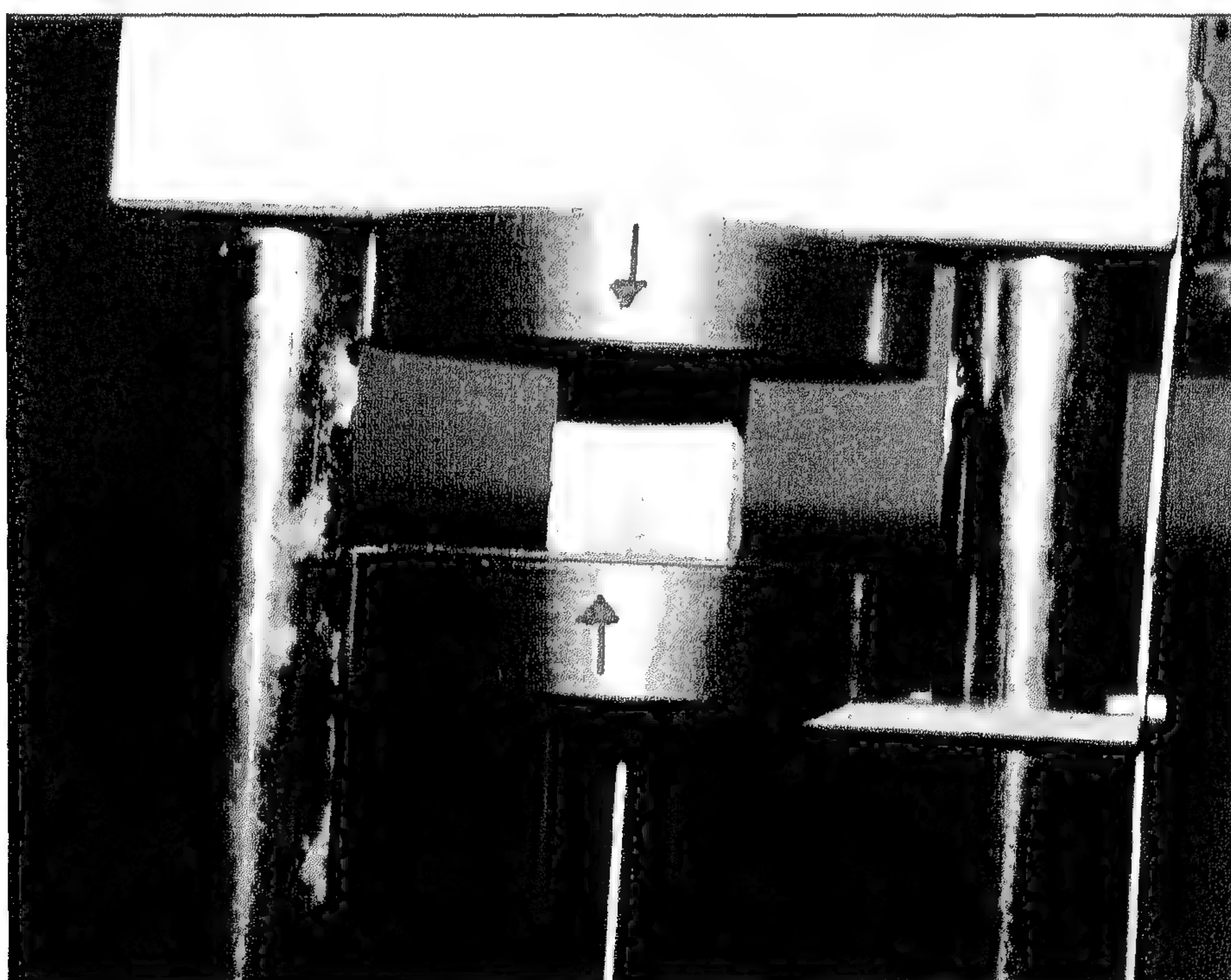
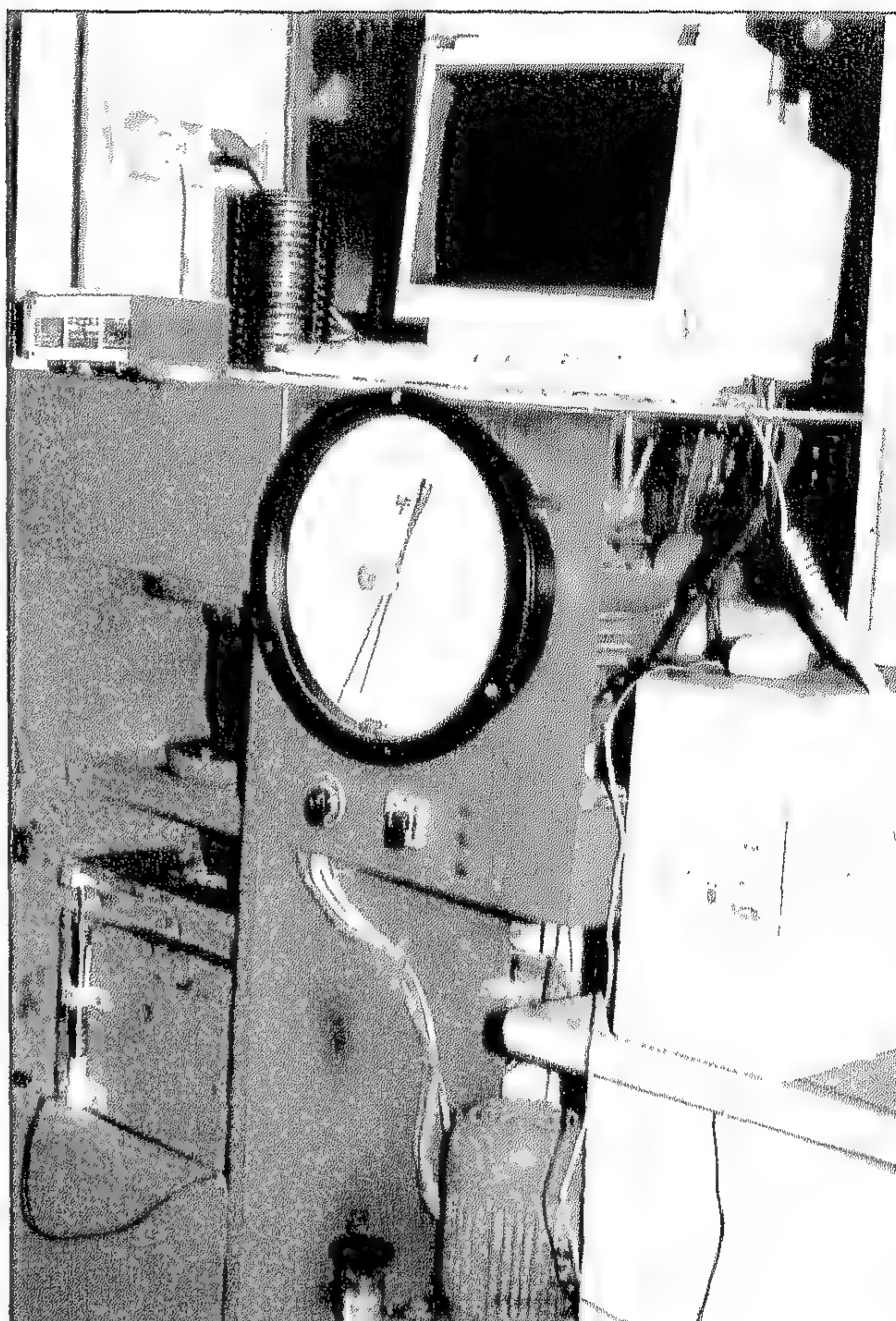
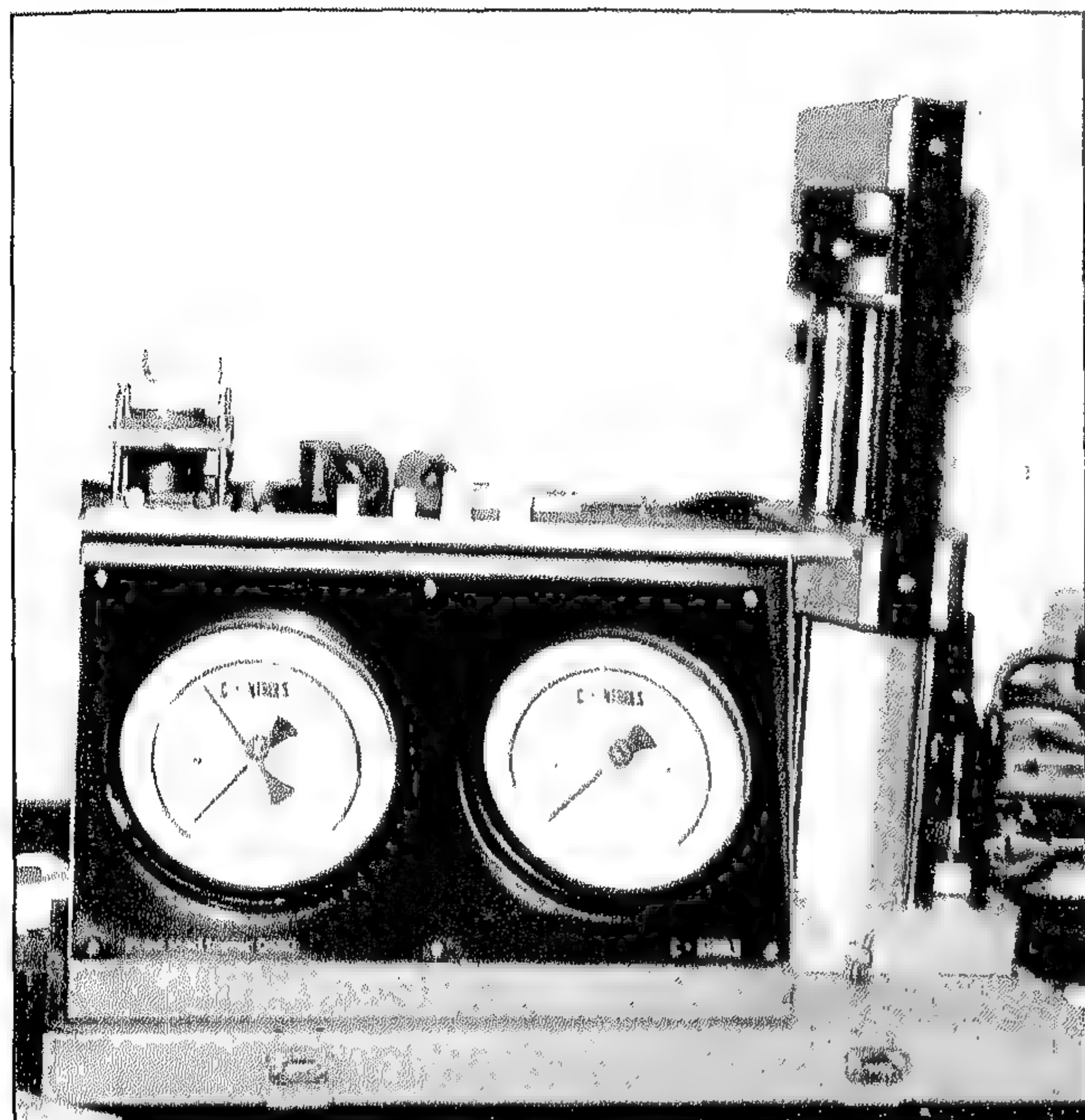
صورة رقم (١٥١)

القوالب الخاصة بصب وحدات معاجين المواد المائلة المختارة لإجراء اختبارات قياس قوى الضغط وهي مصممة بحيث يمكن تركيبها وفصلها بسهولة .



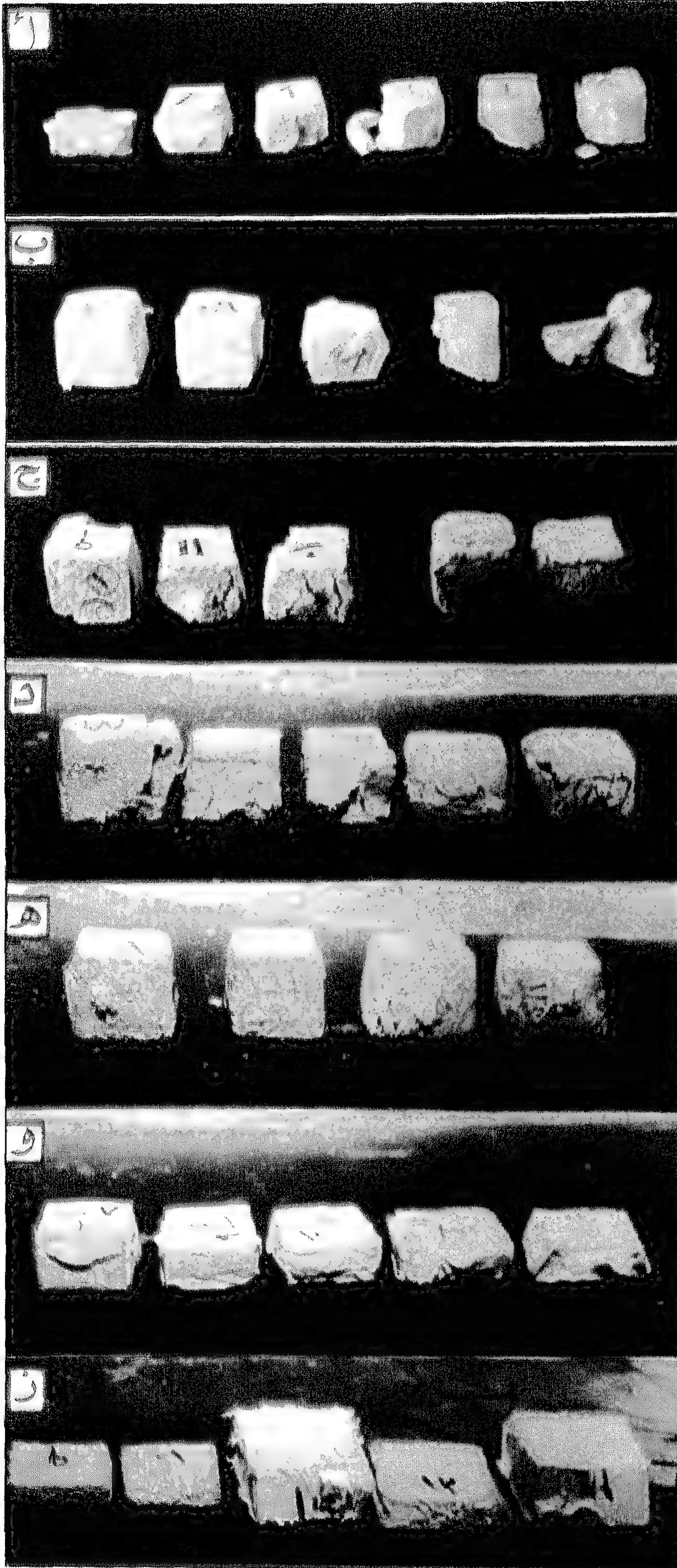
صورة رقم (١٥٢)

توضح الأجهزة التي استخدمت لقياس الخواص الميكانيكية لعينات المخاليط المائية المختارة حيث (أ) جهاز هيدروليكي يعمل يدويا ، بينما (ب) جهاز يعمل أوماتيكيا ومتصل بوحدة كمبيوتر .



صورة رقم (١٥٣)

توضح أحد عينات المخاليط المائية المثبتة داخل ساقين من الخشب بين أقراص الضغط في الجهاز السابق (أ) خلال اختبار قياس قدرة تحمل الضغط في حالة تواجد العينة داخل الخشب .



صور رقم (١٥٤) أ ب ج د هـ و ز

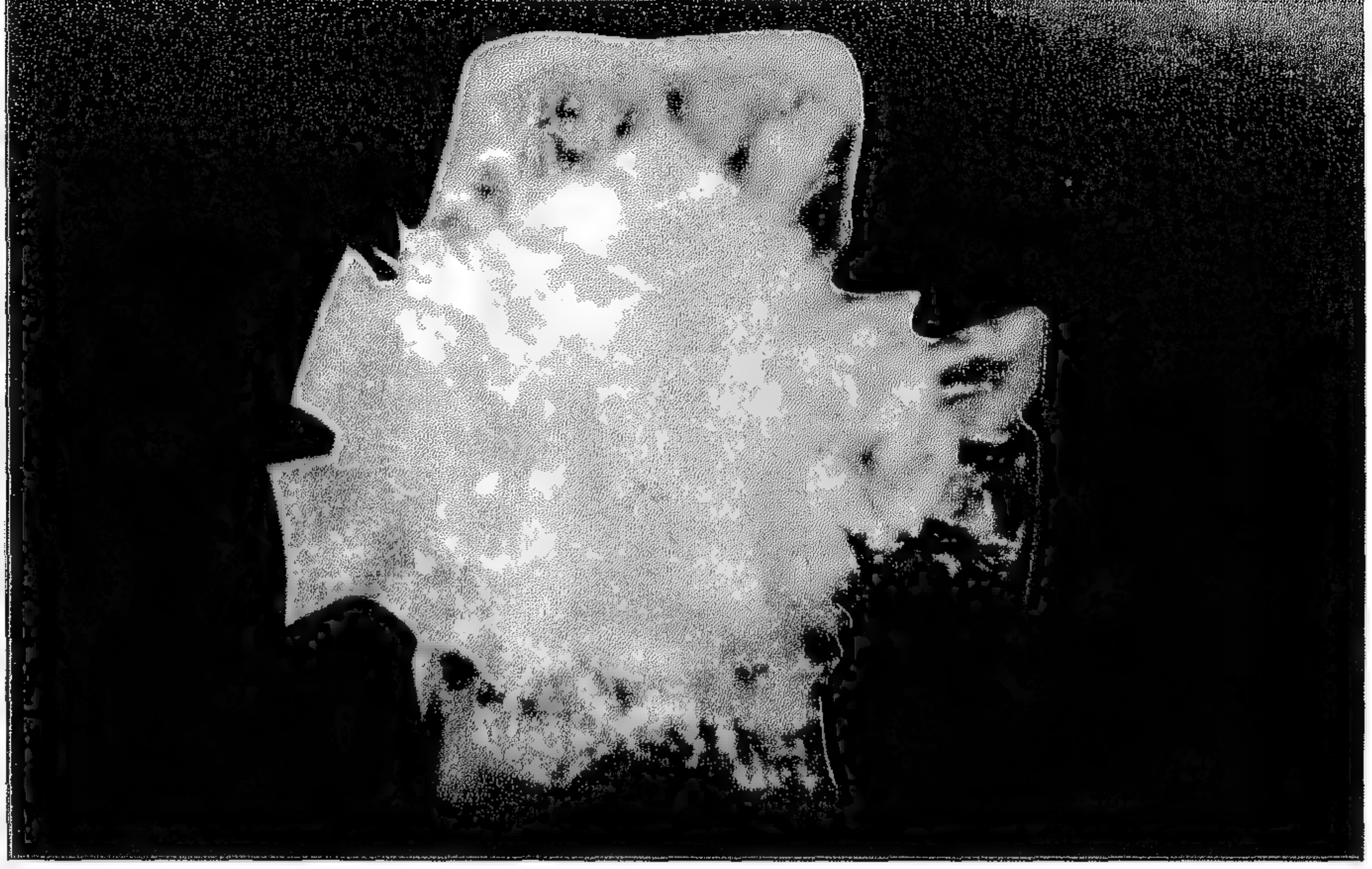
مكعبات المخاليط المألثة بعد اختبار قياس
قوى الضغط الواقعة عليها حيث :

- أ - العينة رقم (١) .
- ب - العينة رقم (٢) .
- ج - العينة رقم (٣) .
- د - العينة رقم (٤) .
- هـ - العينة رقم (٦) .
- و - العينة رقم (٩) .
- ز - العينة رقم (١١) .

ويلاحظ اختلاف ميكانيكية الأنهيـار للعـينات
ومقدار الاختلاف في النقص في الإرتفاع
والذي يرجع إلى اختلاف قابليتهم للانضغاط .

صورة رقم (١٥٥) أ ب ج د

توضح مظهر و سلوك عينات
الأرالديت بعد انتهاء اختبار الضغط
مباشرة و بعد ٢٤ ساعة من الاختبار
حيث يلاحظ التالي:

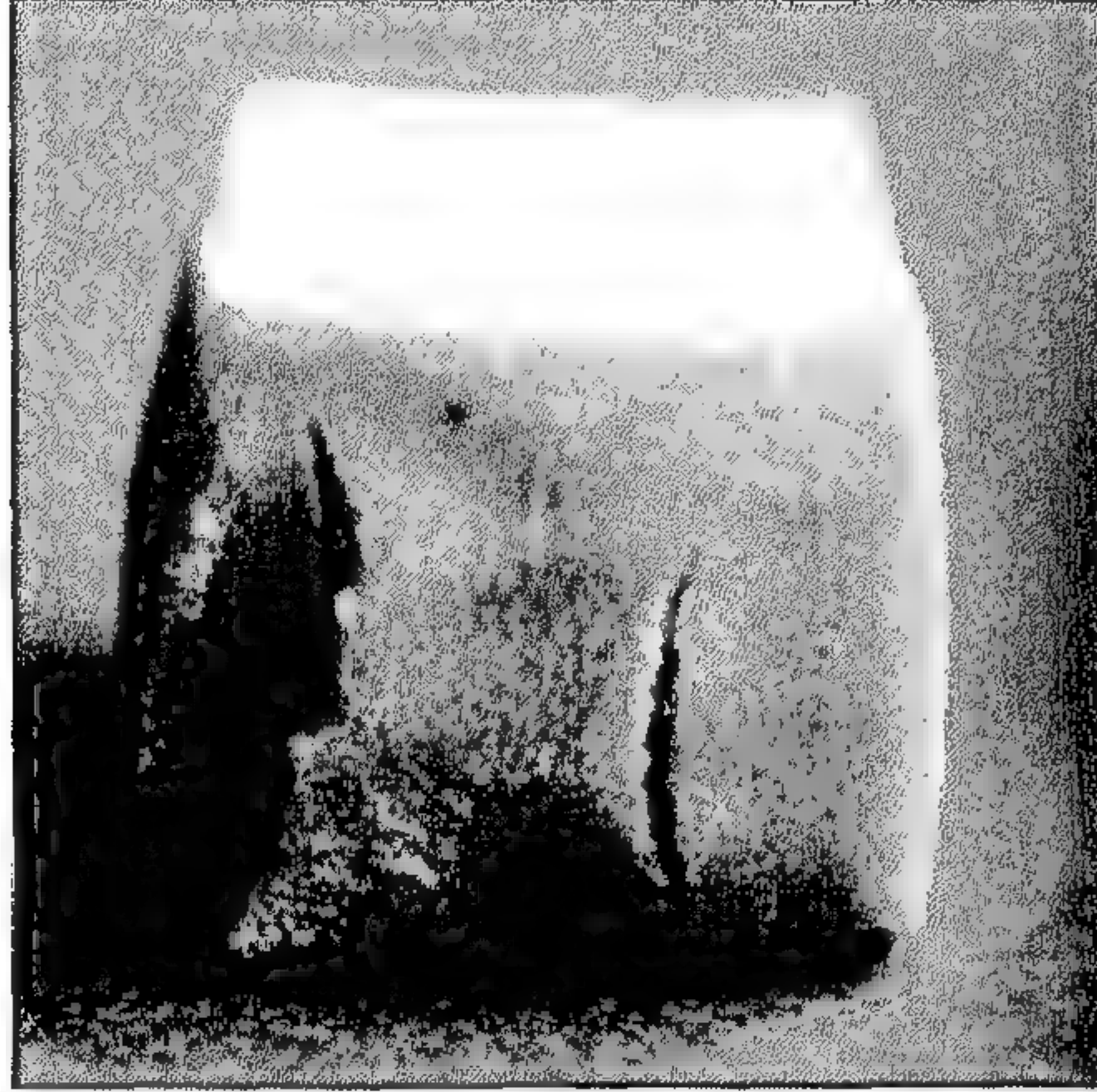


أ. العينة (١٦)

تهشم الجزء الداخلى تماما مع
تماسك الأسطح الخارجية و ذلك
فى حالة تعرضها إلى أقصى ضغط
(١٢٧٠ كجم/سم^٢)

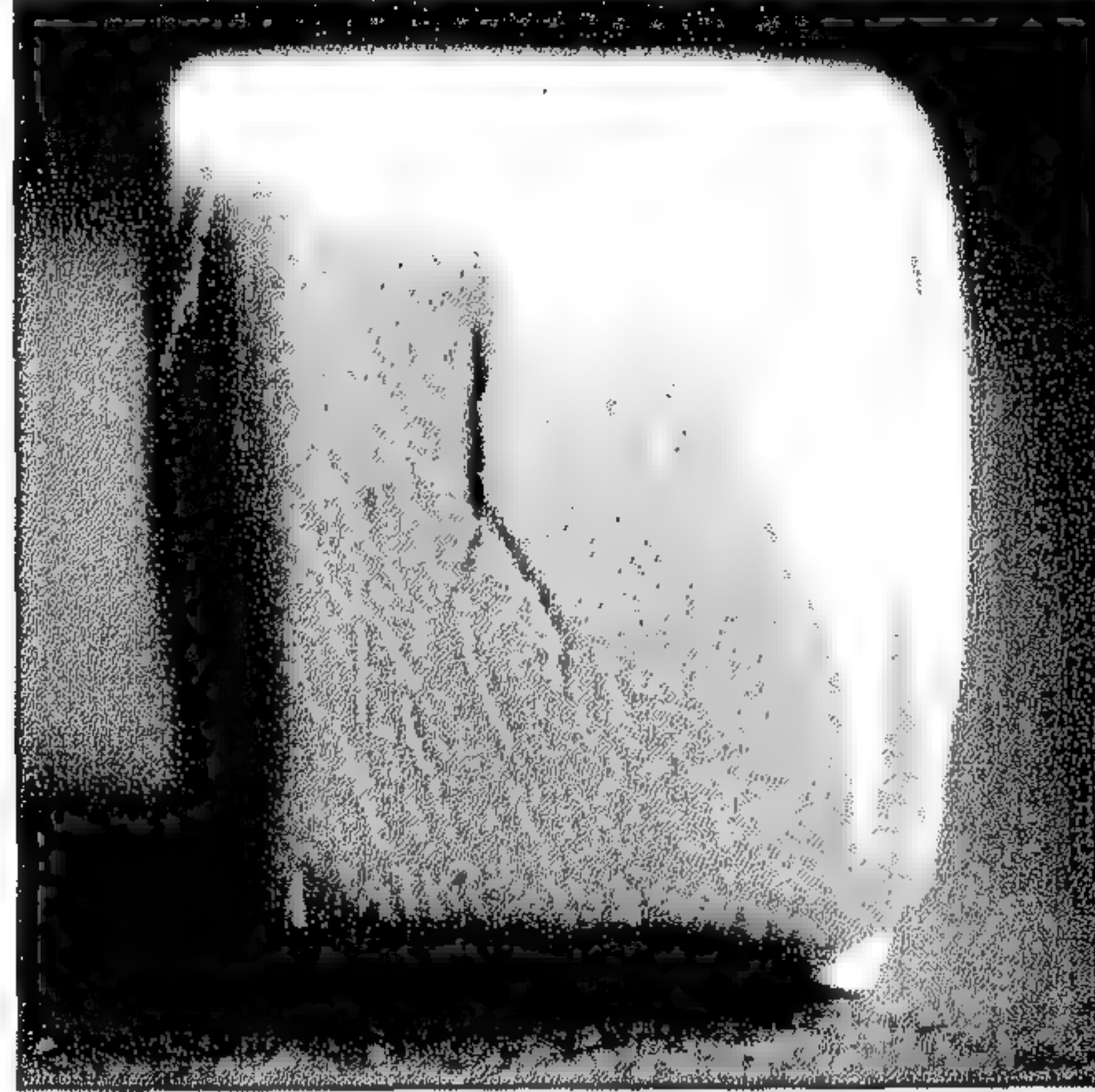
بعد ٢٤ ساعة من رفع الضغط

بعد رفع الضغط مباشرة



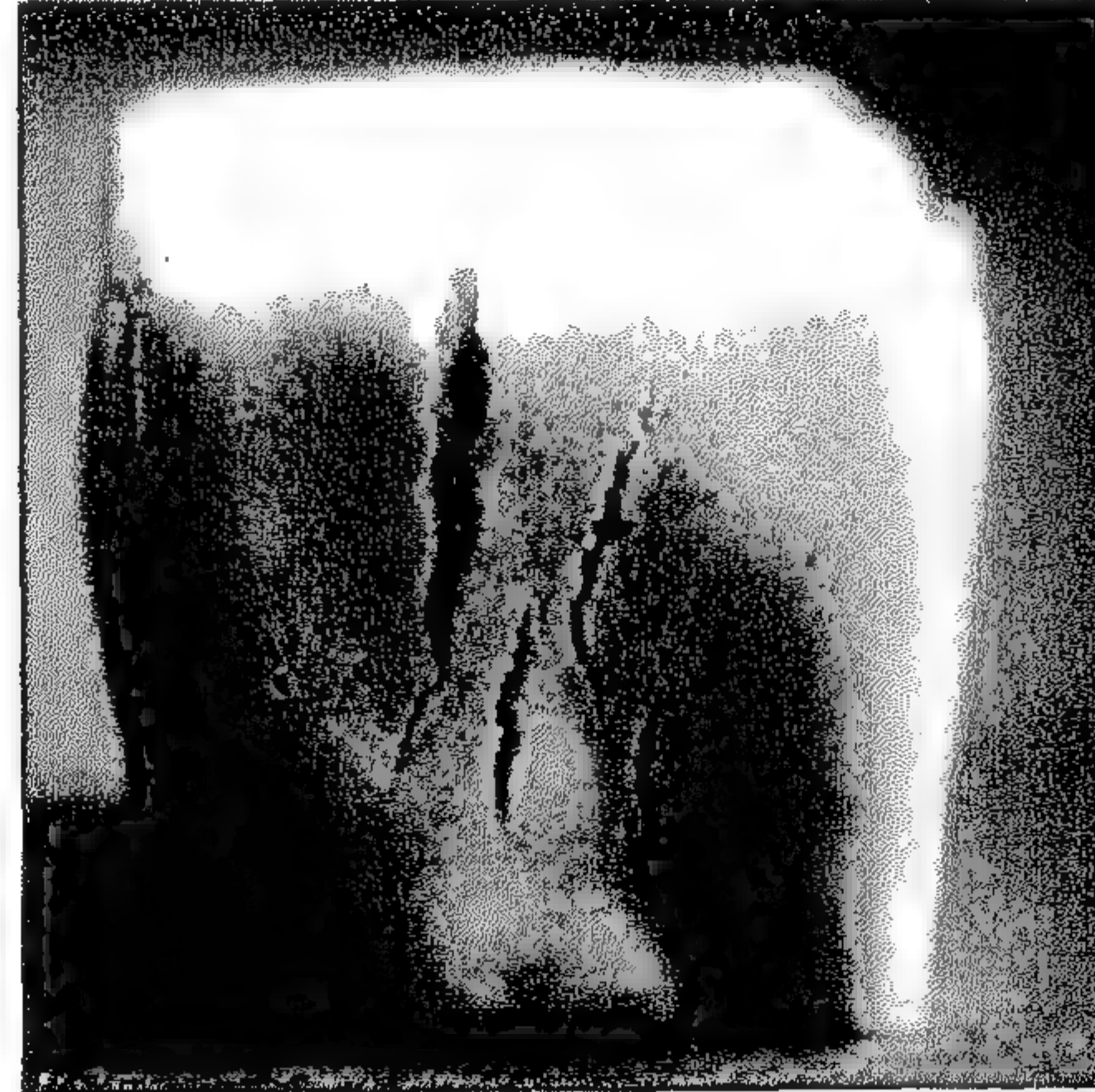
ب. العينة (١٧)

انضغاط مع انبعاج و شروخ ثم البدا
فى الارتداد بصورة بطيئة بعد رفع
الضغط عن العينة .
(٥٩٠ كجم/سم^٢)



ج. العينة (١٨)

بعد رفع الضغط حيث بدأت فى الزيادة
بصورة سريعة ثم بعد ٢٤ ساعة من
الاختبار .
(١٠٧٦ كجم/سم^٢)



د. العينة (١٩)

بعد رفع الضغط مباشرة و يظهر
مدى انضغاطها و ذلك قبل البدا
فى الارتداد ثم بعد ٢٤ ساعة من
رفع الضغط .
(٨٢٣ كجم/سم^٢)



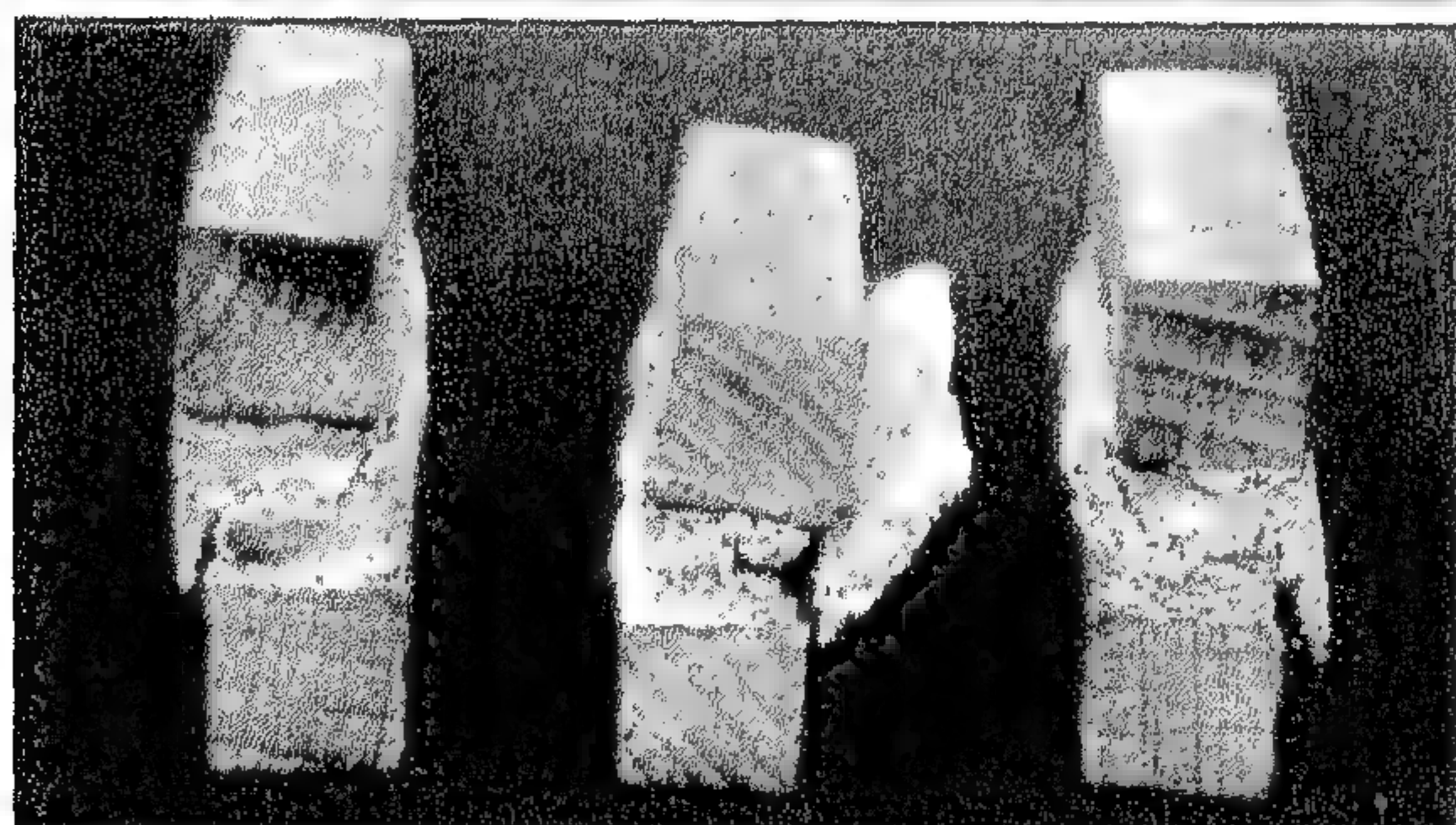
صورة رقم (١٥٦- أ ب ج د هـ)
توضح مدى الاختلاف في ميكانيكية
انهيار عينات المعاجين المائلة
المختارة المثبتة بين ساقين من
خشب صلب أثناء اختبار قياس قوى
الضغط حيث:



أ. العينة رقم (١) .



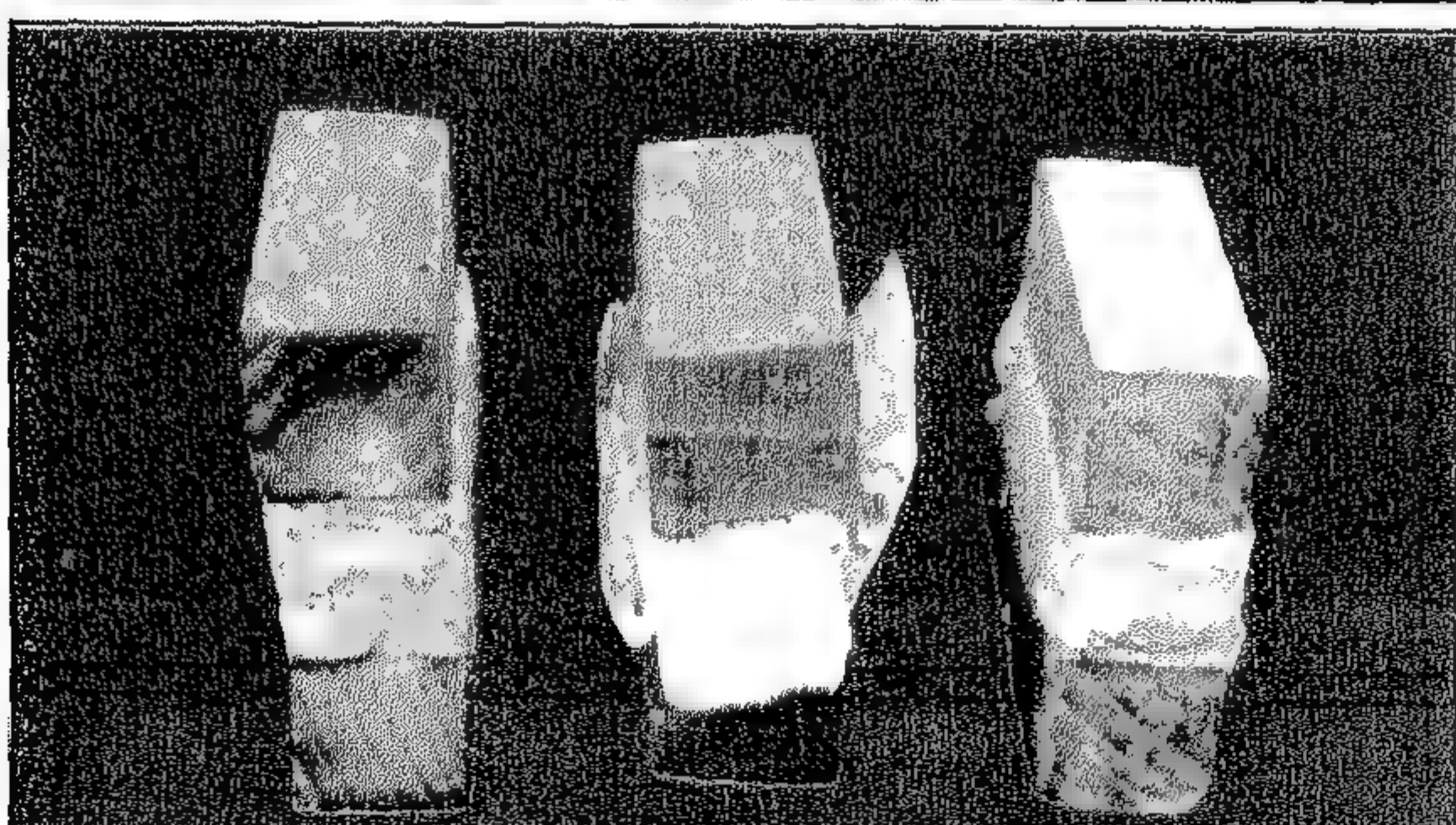
ب. العينة رقم (٢) .



ج. العينة رقم (٣) .



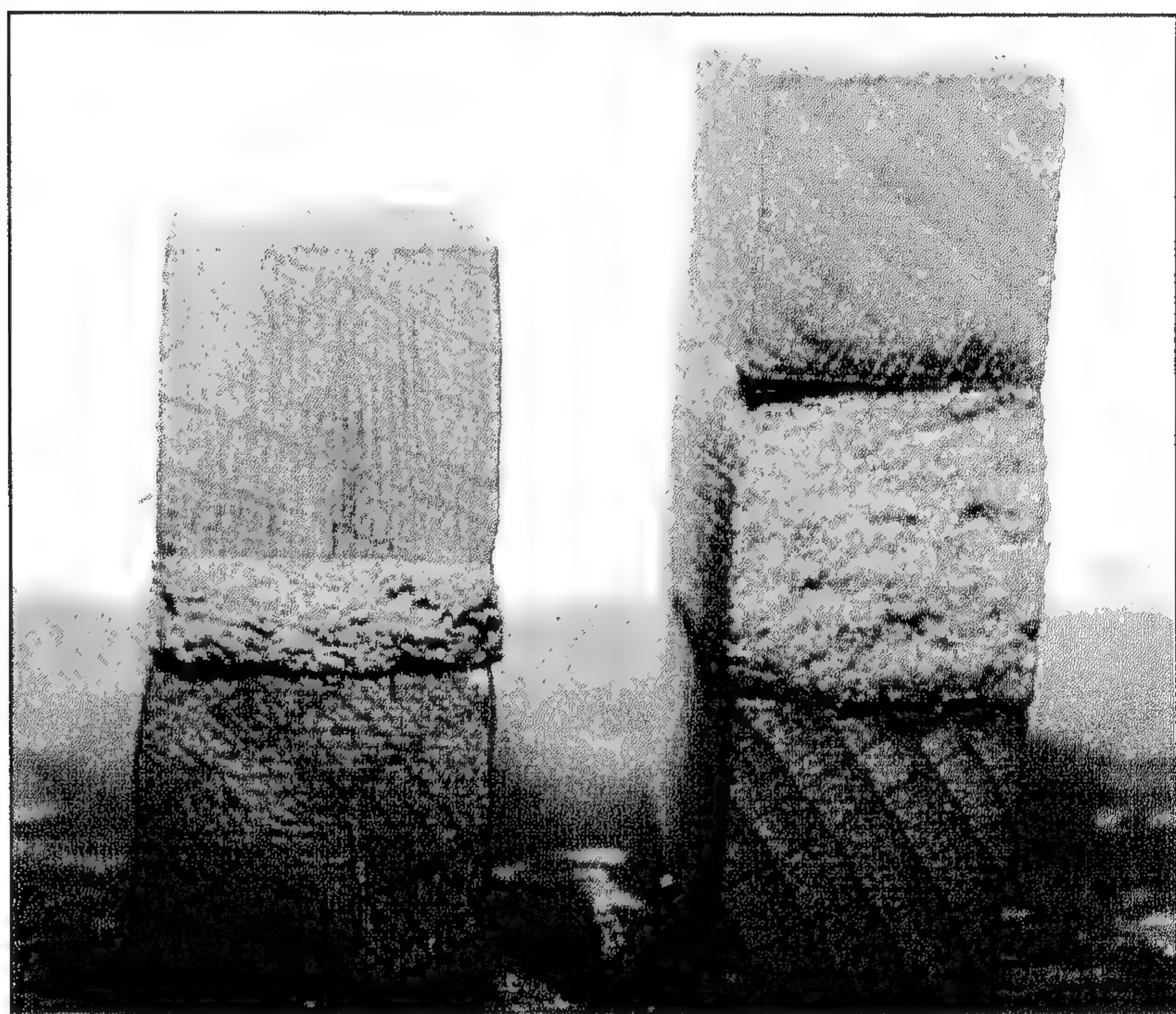
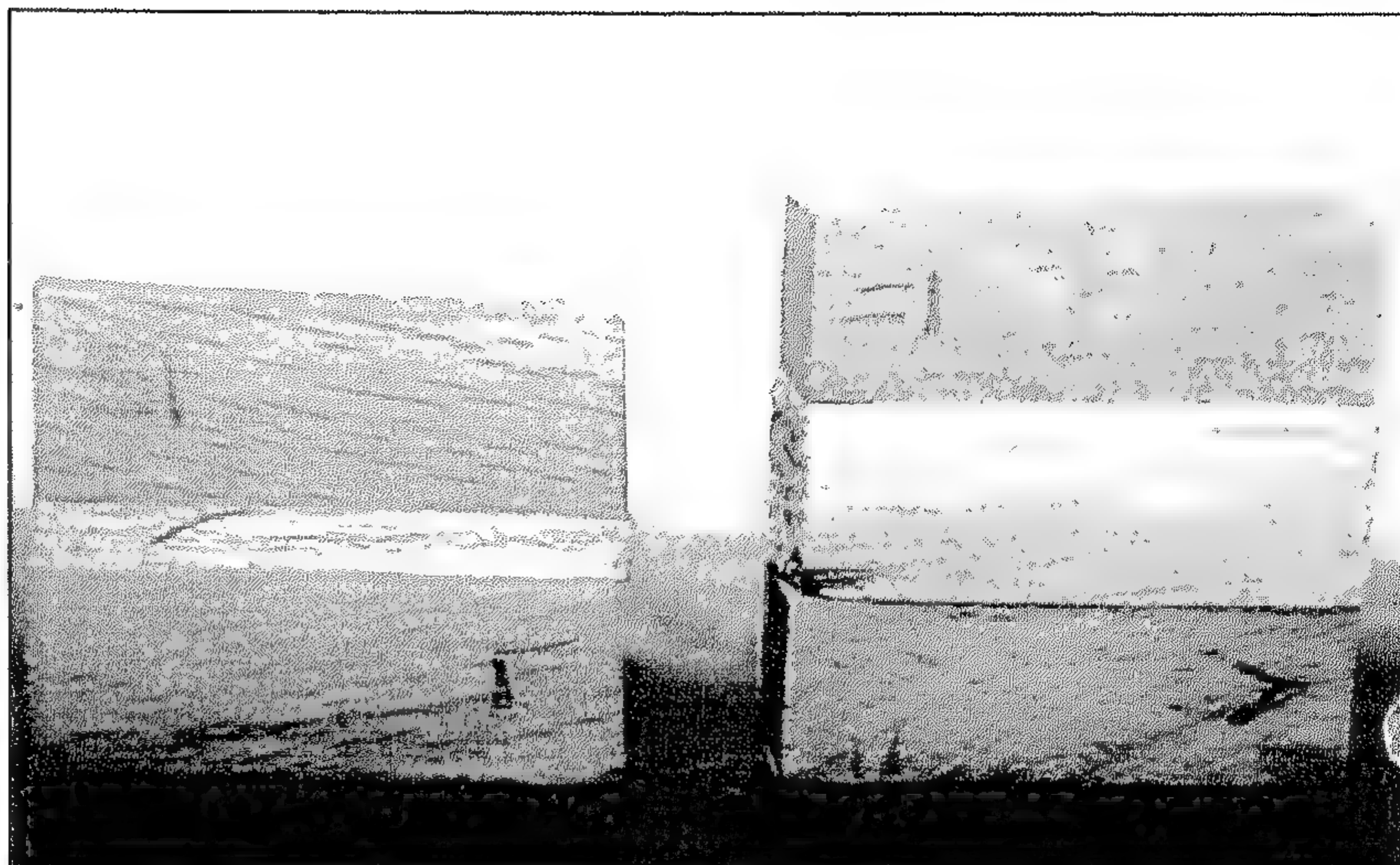
د. العينة رقم (٤) .



هـ. العينة رقم (٦) .

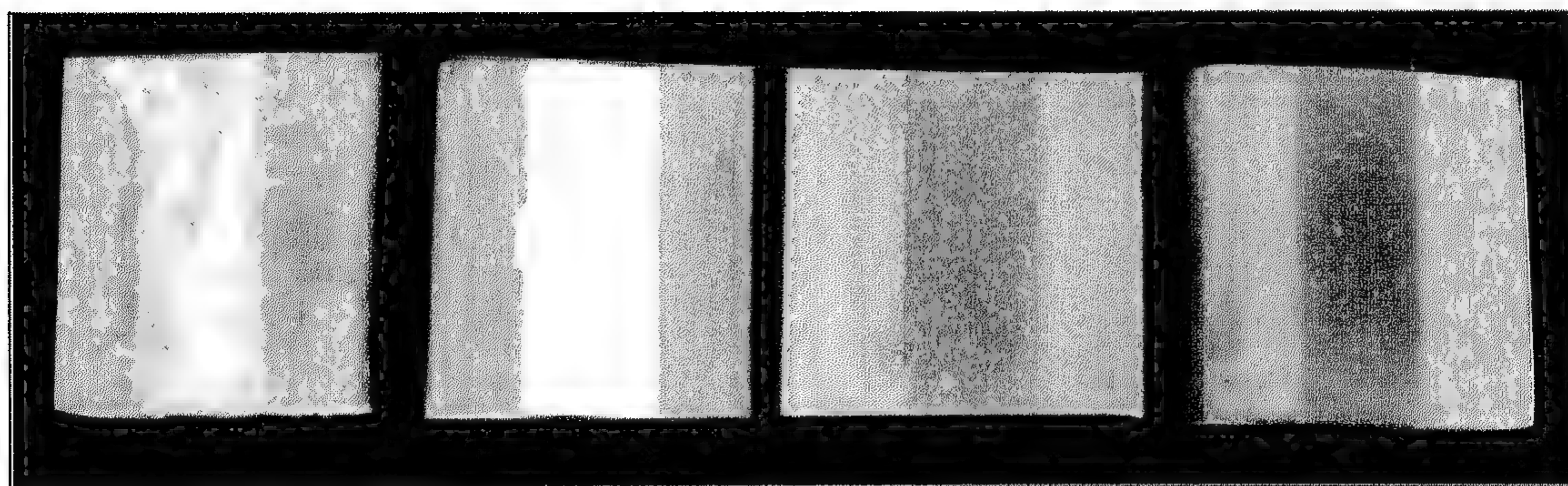
صورة رقم (١٥٧ أ. ب)

توضح نتيجة اختبار قياس قوى الضغط على العينة رقم (١١) و يلاحظ مدى قابلية العينة للانضغاط و التي وصلت إلى ٩٠٪ من الارتفاع الأصلي و ذلك عند وقوع الضغط عموديا على اتجاه الألياف .



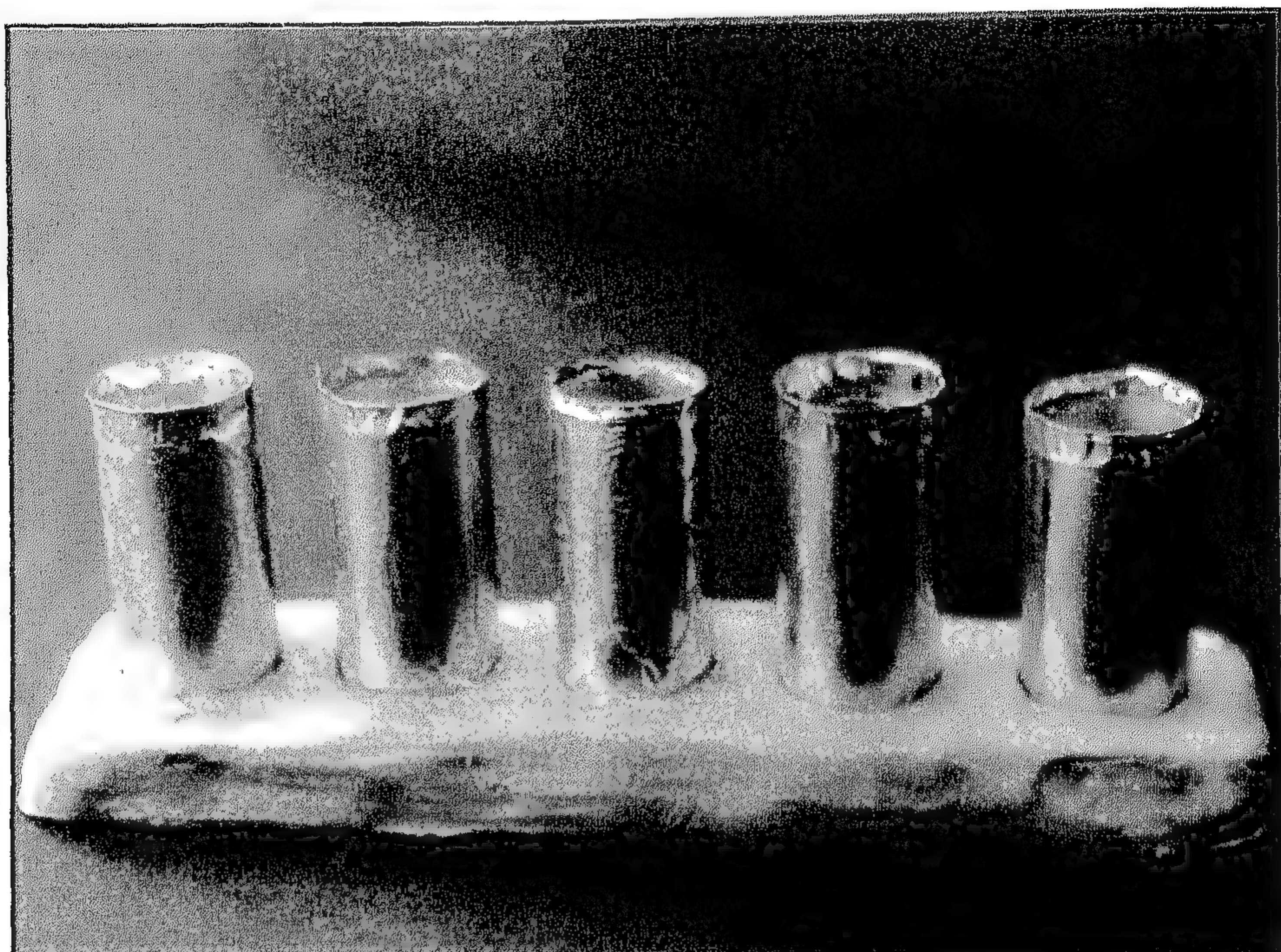
بعد الاختبار

قبل الاختبار



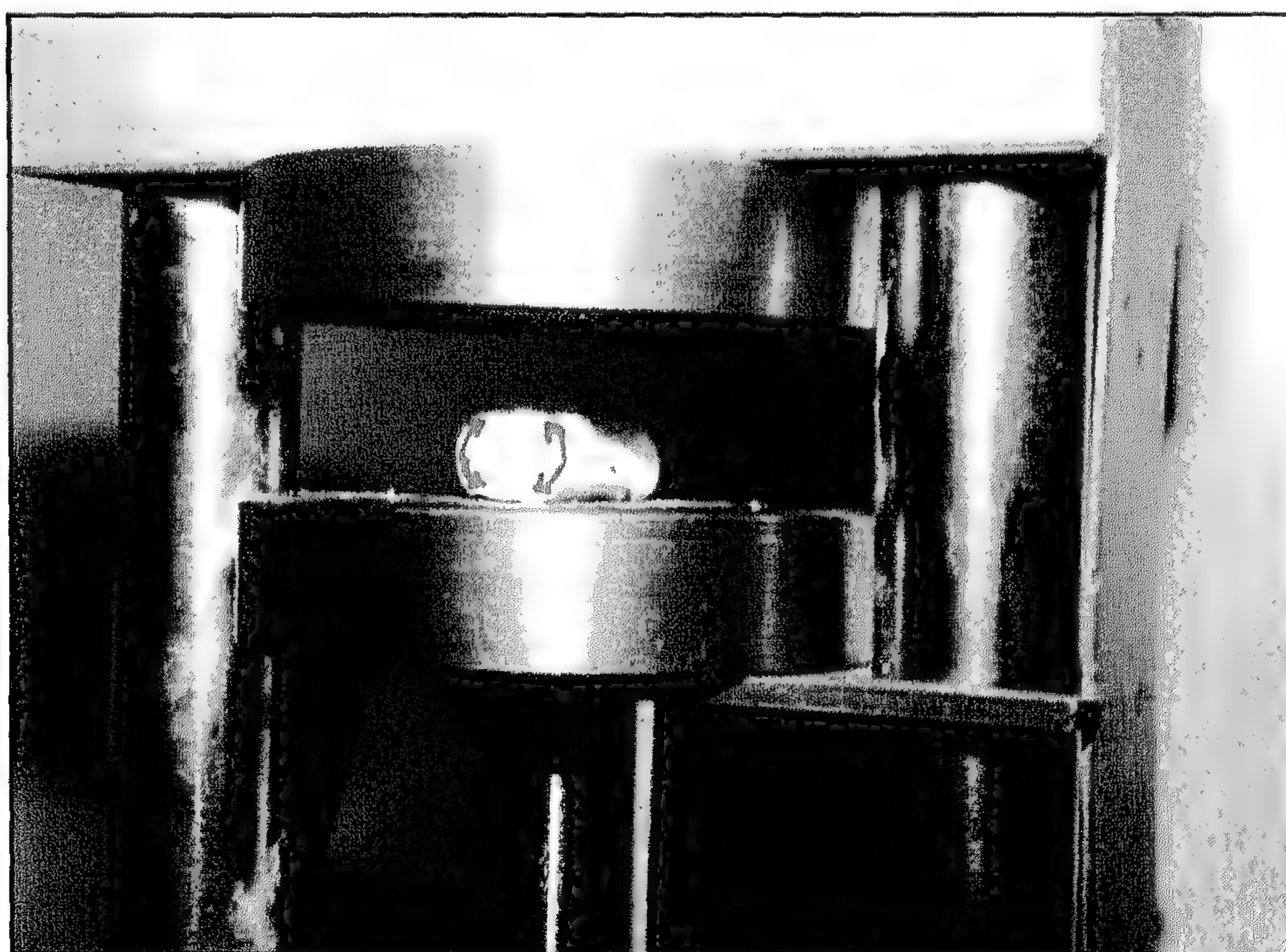
صورة رقم (١٥٨)

عينات مخاليط الأرديت بعد اختبار قياس قدرة تحمل الضغط ، حيث يلاحظ أن الخشب تعرض للانضغاط بينما العينات لم تتأثر و يرجع ذلك إلى معامل إنضغاطها العالي .



صورة رقم (١٥٩)

وحدات صب العينات الأسطوانية للمخاليط المائلة الخاصة باختبارات قياس قوى الشد غير المباشر .



صورة رقم (١٦٠)

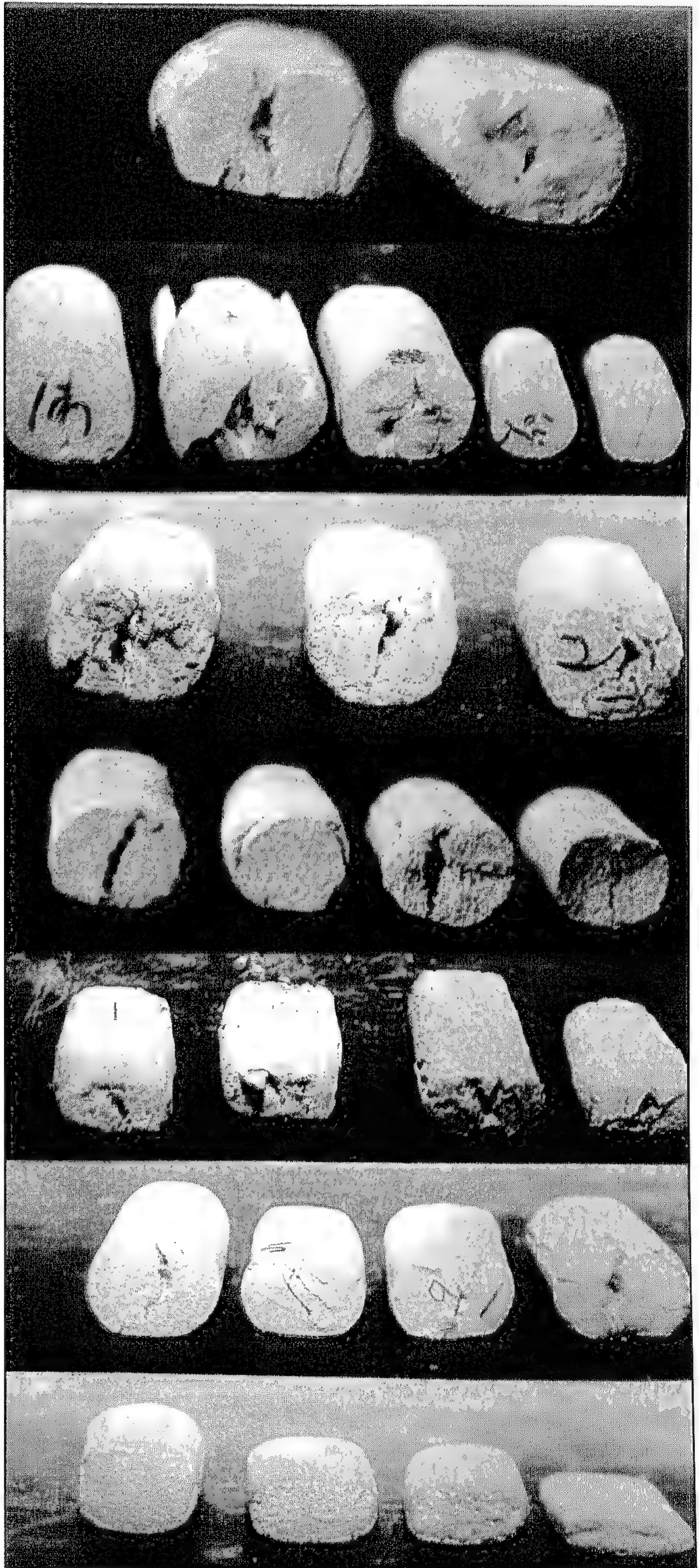
توضح أحد العينات الأسطوانية بين قرصى جهاز الضغط الهيدروليكي أثناء اختبار قياس قوى الشد غير المباشر .

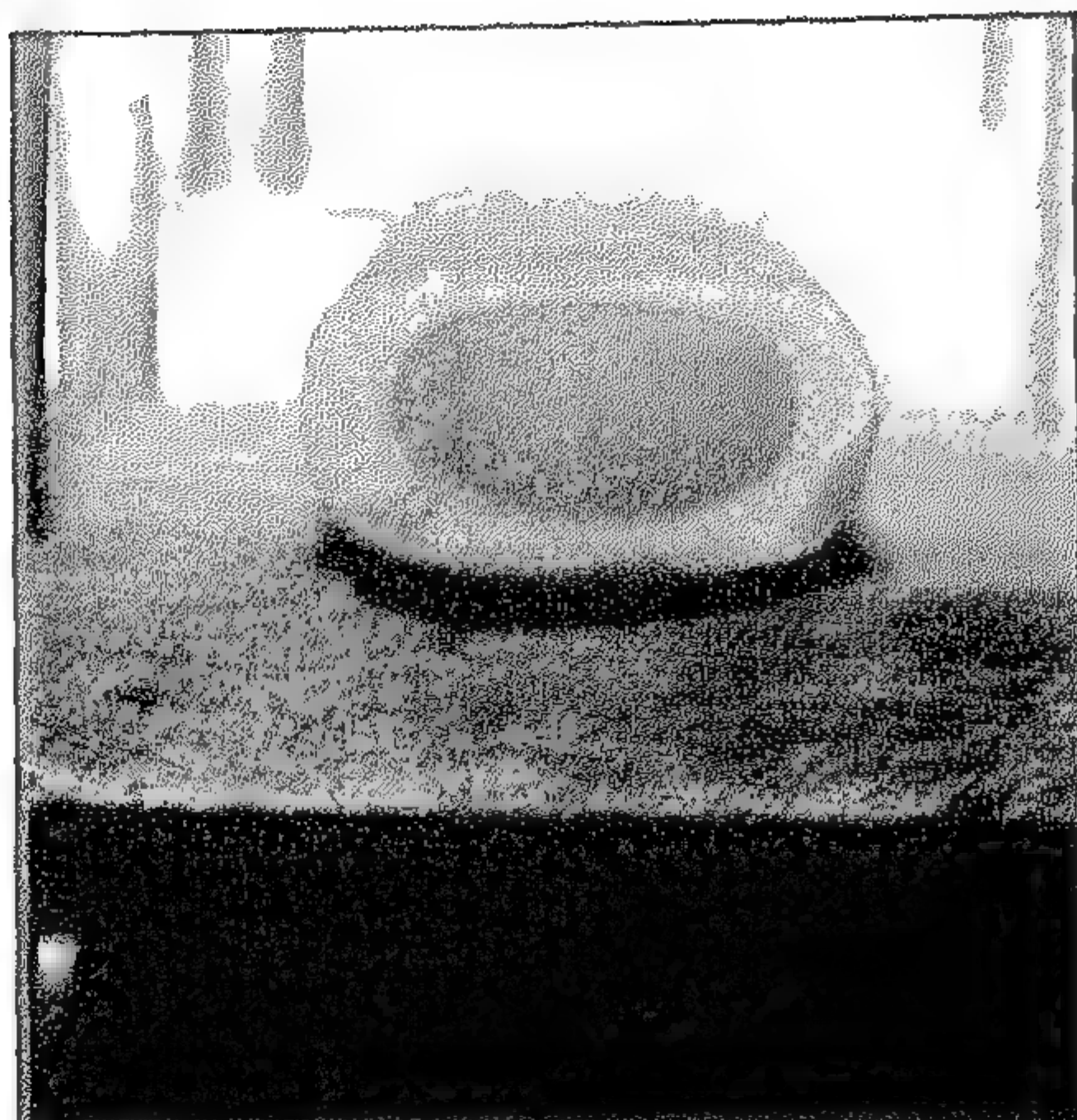
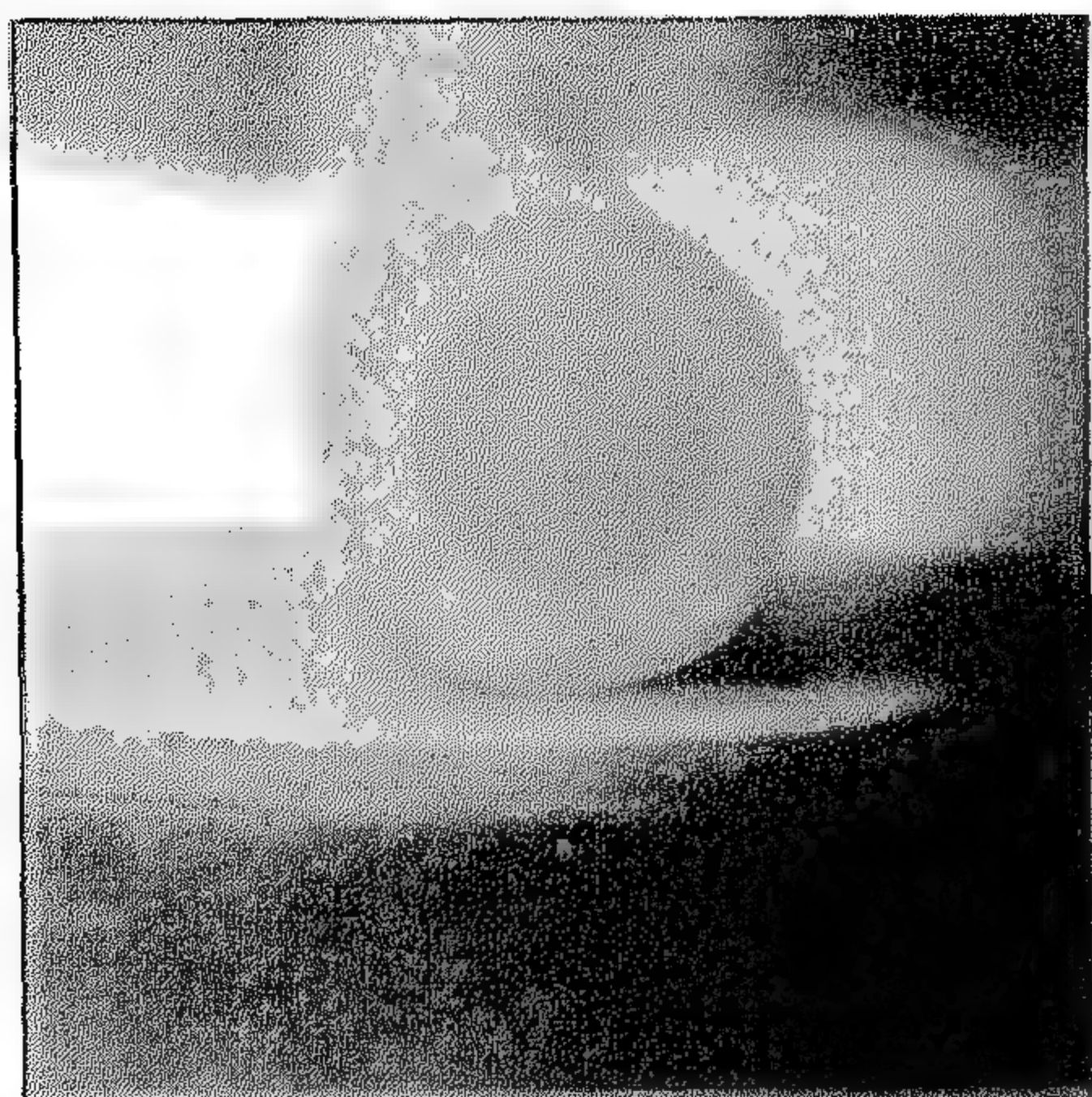
صورة (١٦١) أ ب ج د هـ و ز

توضح نتيجة اختبار الشد غير المباشر على العينات الأسطوانية للمواد و المخاليط المائلة حيث:

- أ - العينة رقم (١) .
- ب - العينة رقم (٢) .
- ج - العينة رقم (٣) .
- د - العينة رقم (٤) .
- هـ - العينة رقم (٦) .
- و - العينة رقم (٩) .
- ز - العينة رقم (١١) .

و يلاحظ المظاهر المختلفة لميكانيكية التدهور من انضغاط العينات وتحولها للشكل شبه البيضواوى مع ظهور شروخ مائلة أو مستقيمة فى الأجزاء الوسطى من العينات فيما عدا العينة رقم (١١) ، كما يلاحظ اختلاف معدل الانضغاط بين العينات و فى العينة الواحدة .



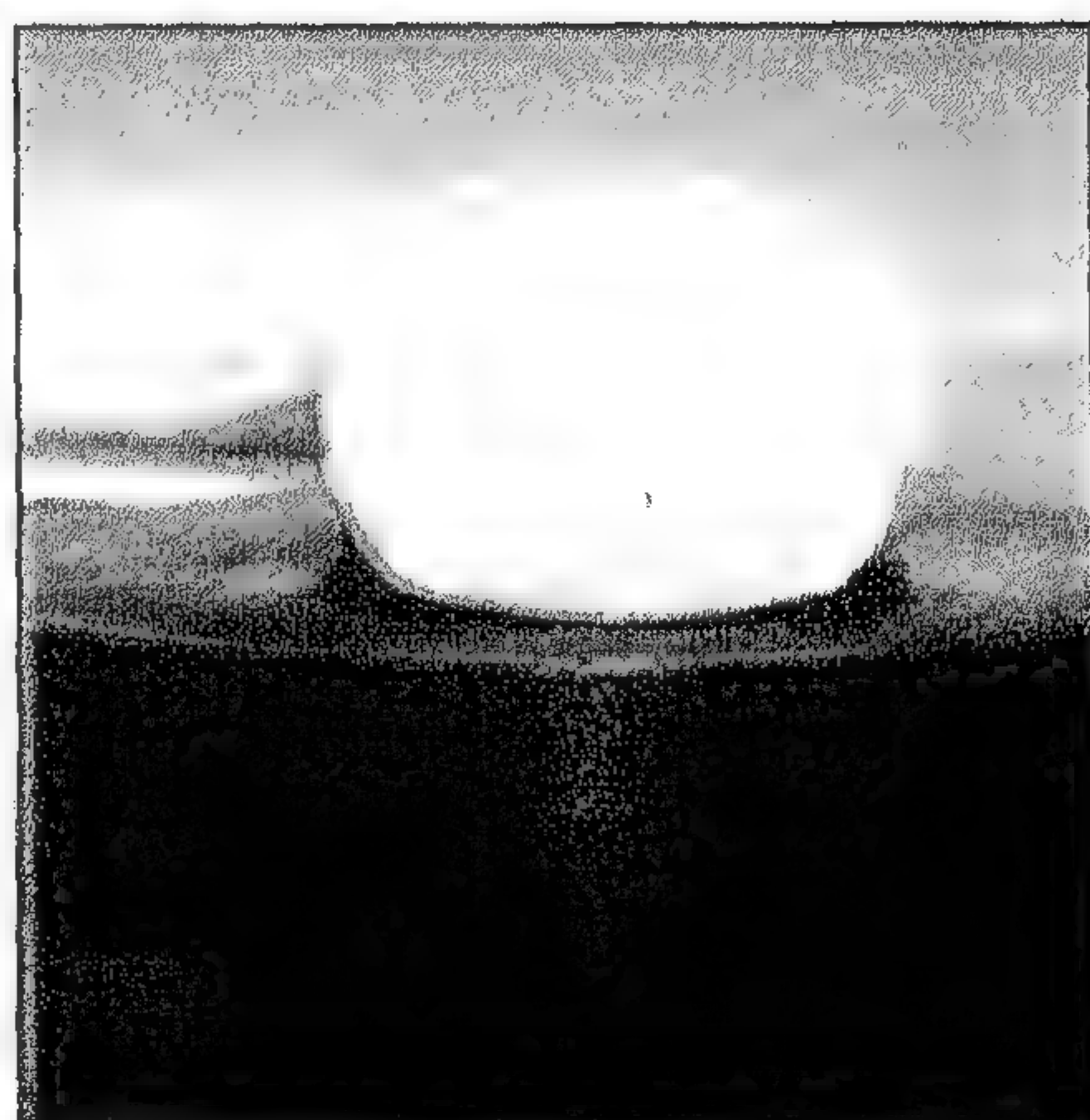
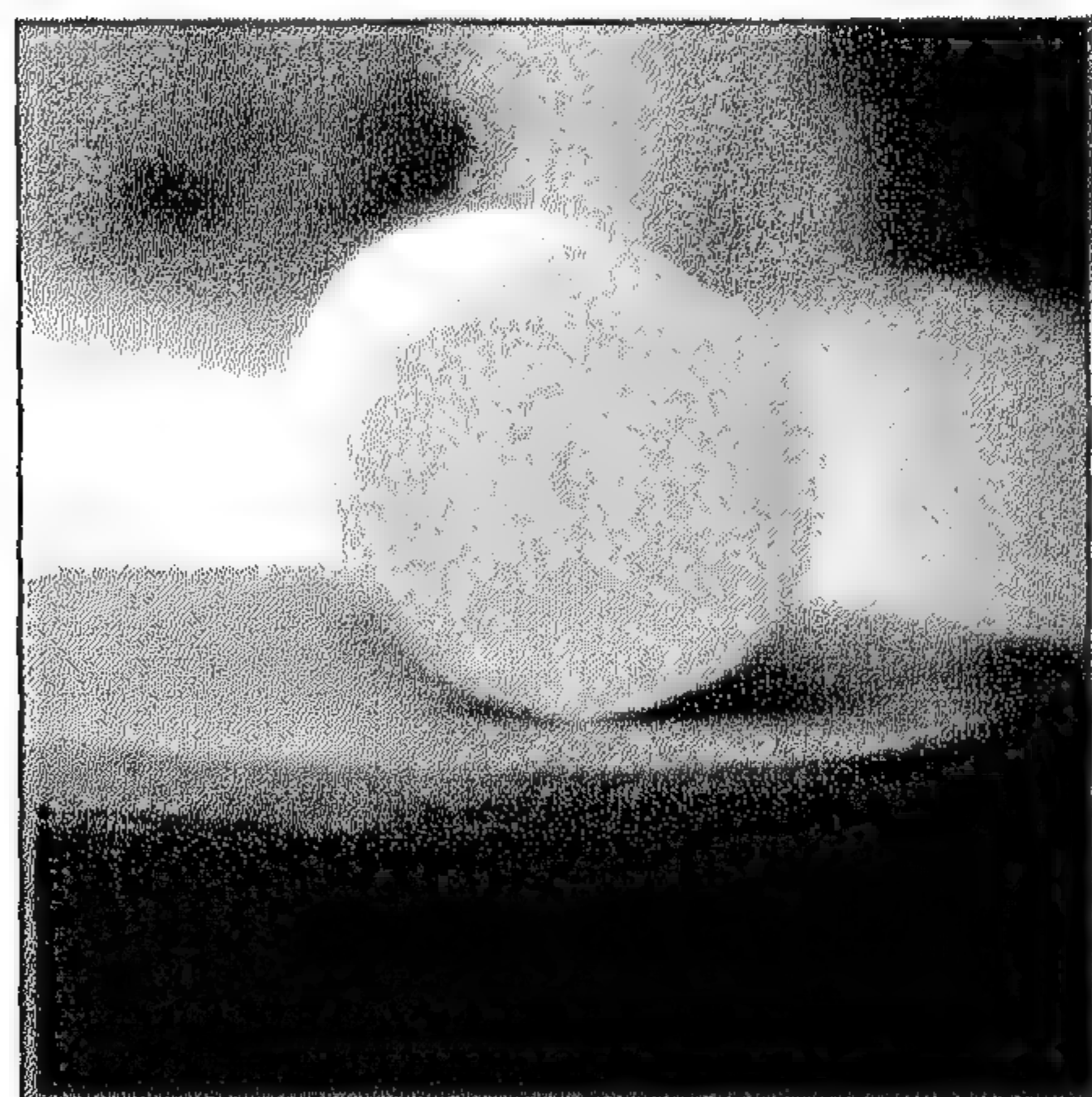


صورة رقم (١٦٢. أ ب ج د)
العينات الأسطوانية لمخاليلد الأردليت
بعد إجراء اختبار قياس تحمل قوى
الشد غير المباشرة مباشرة و بعد
٢٤ ساعة .

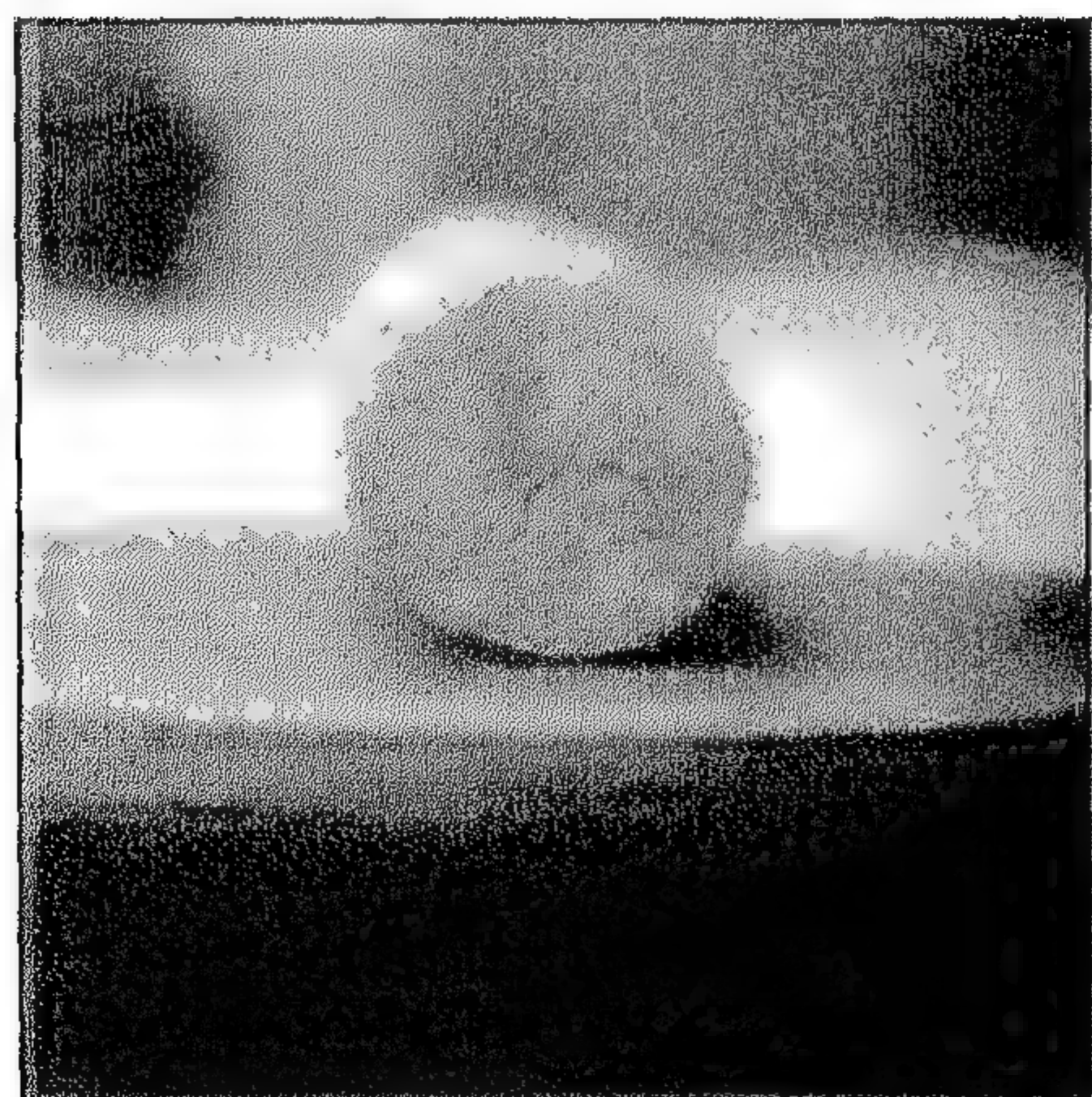
١. العينة رقم (١٦) .



ب. العينة رقم (١٧) .



ج. العينة رقم (١٨) .

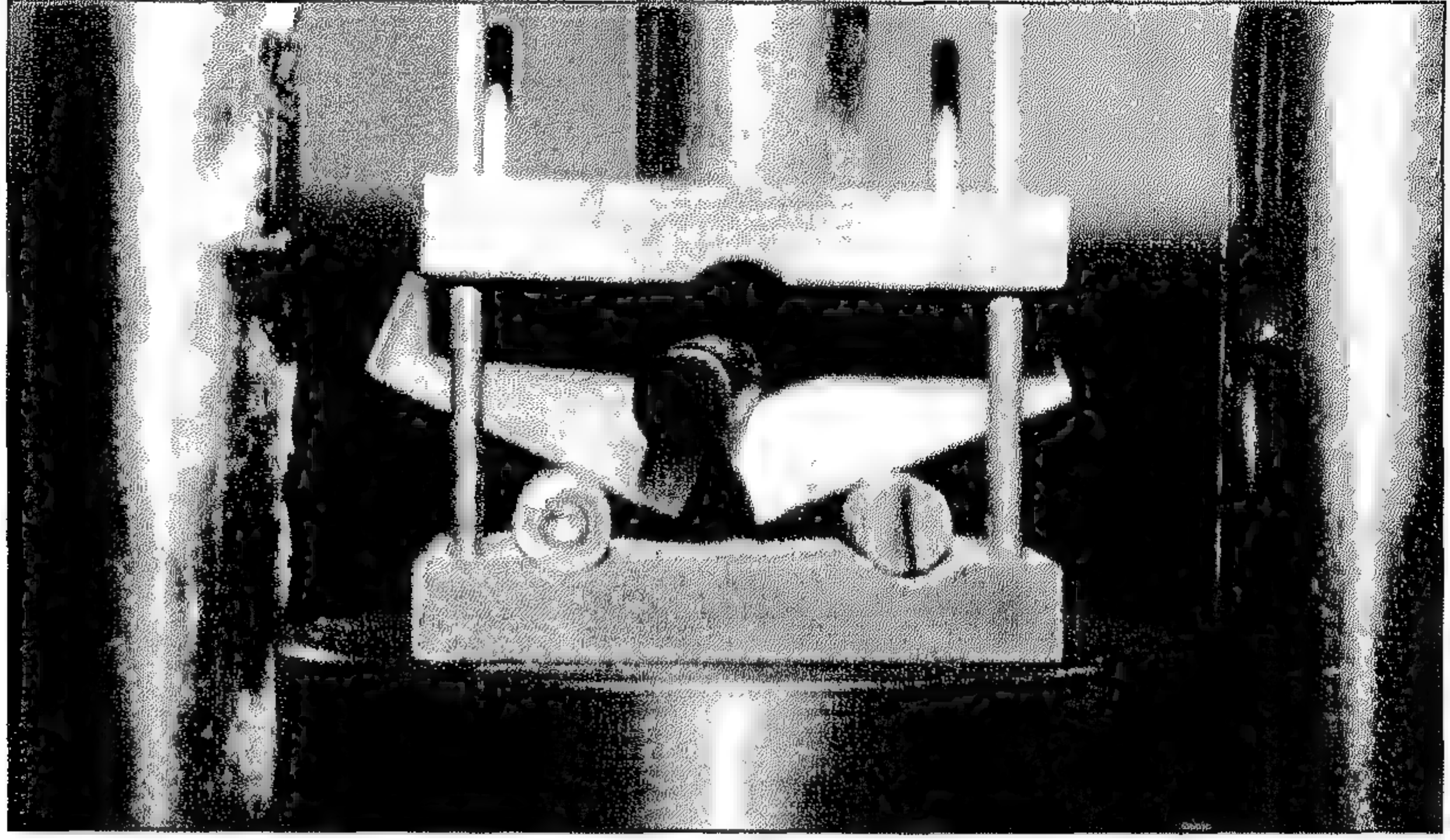


د. العينة رقم (١٩) .

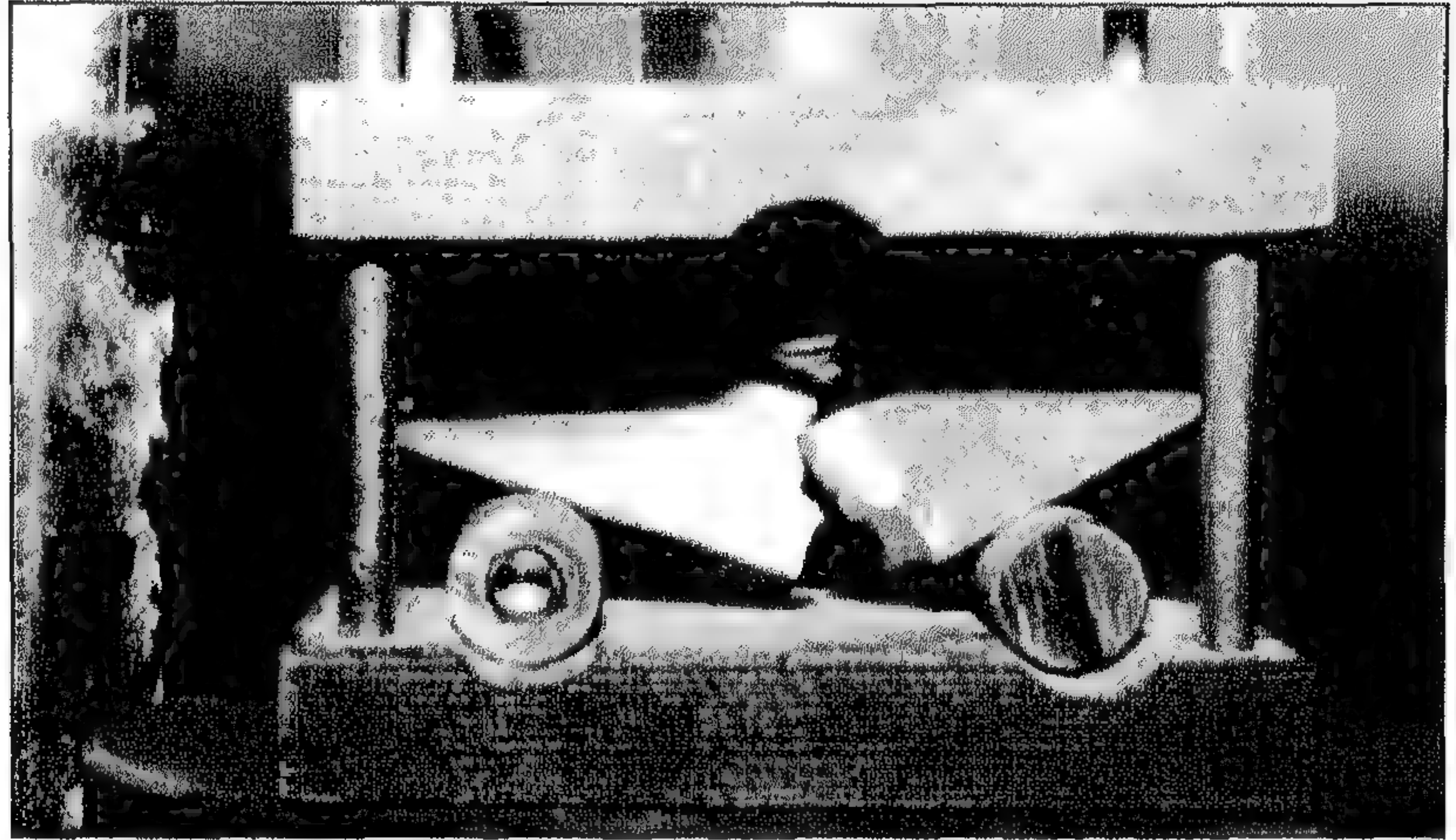
بعد ٢٤ ساعة من انتهاء الاختبار .

بعد الاختبار مباشرة .

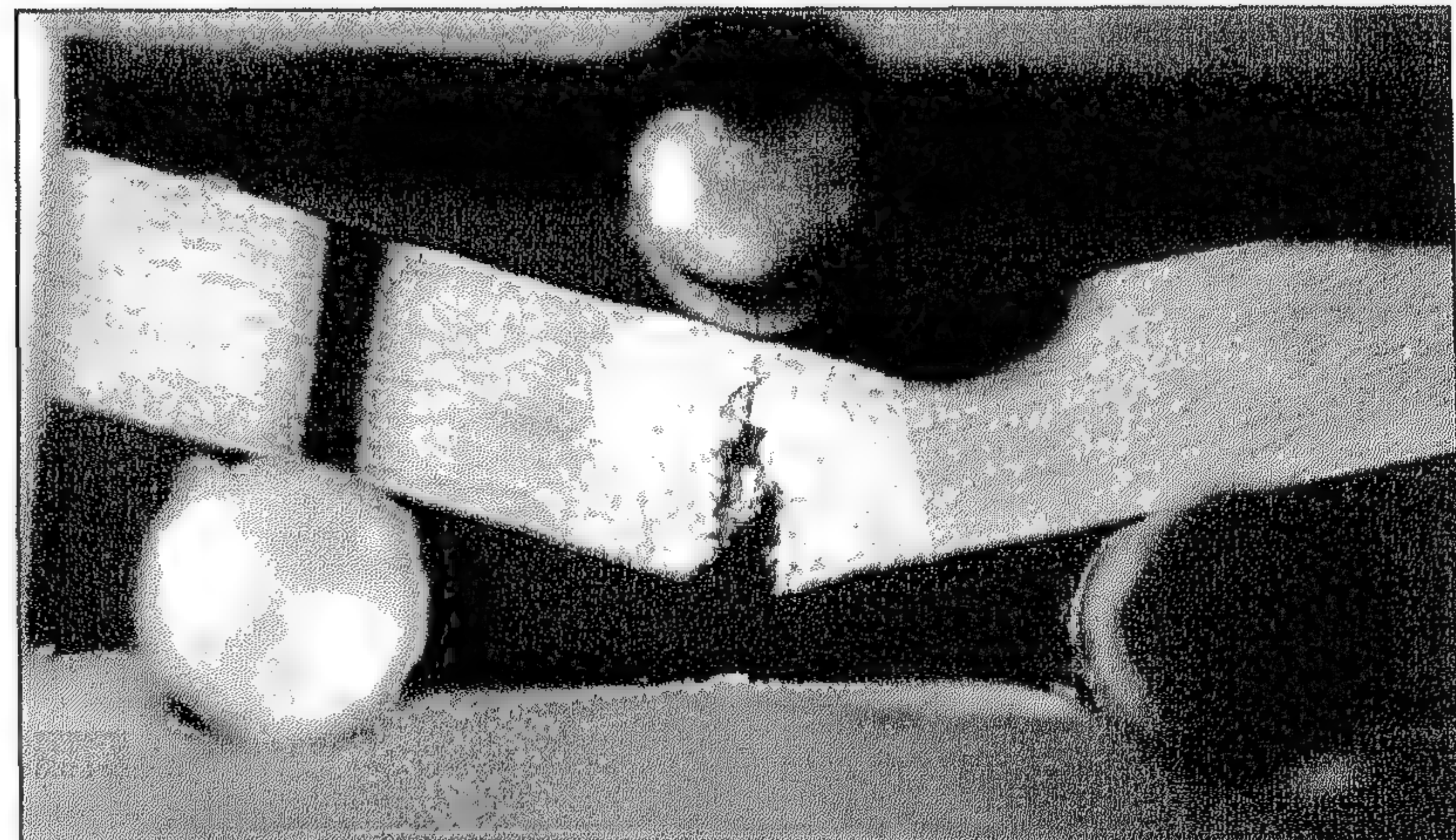
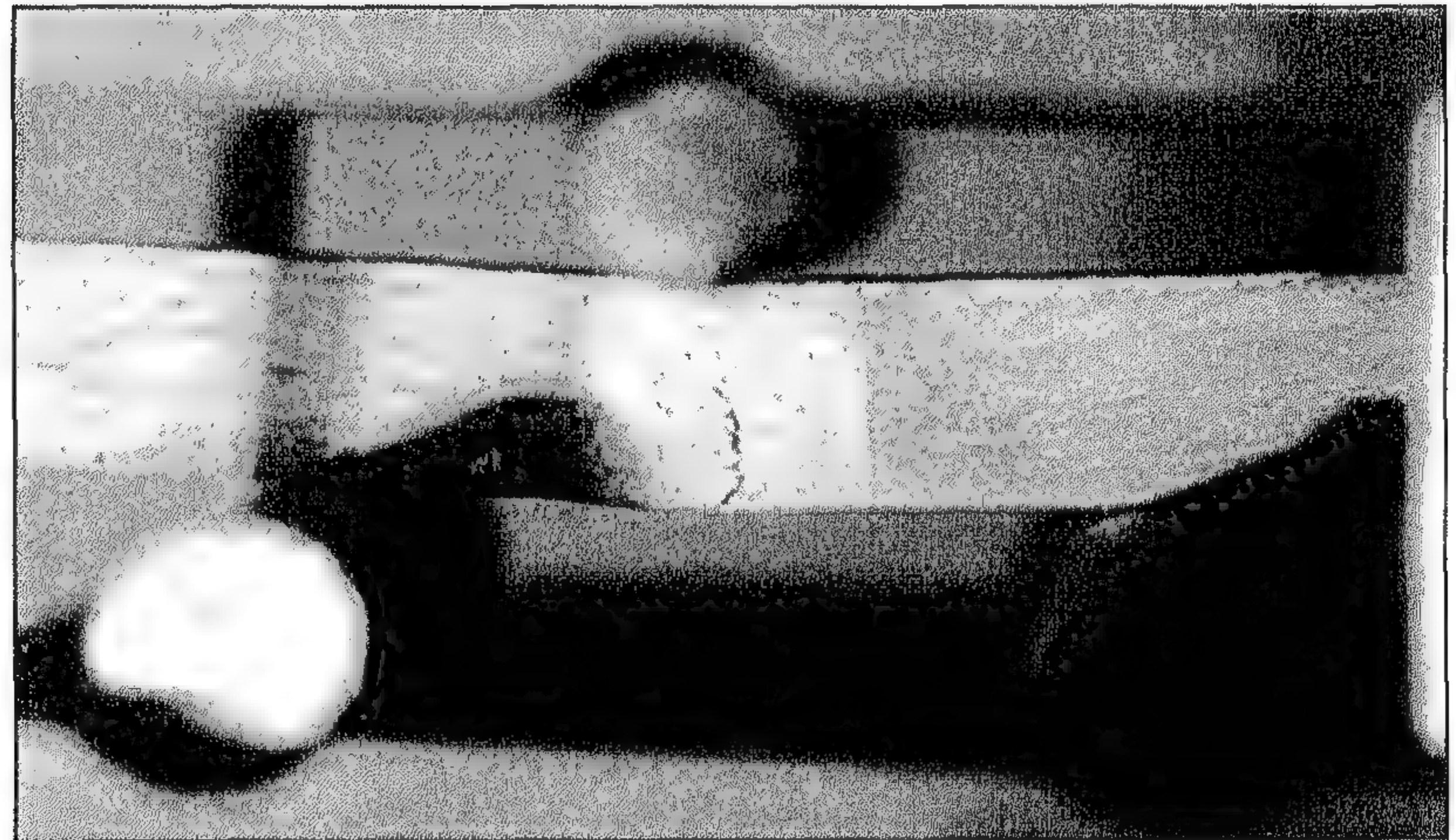
(أ)



(ب)



(ج)



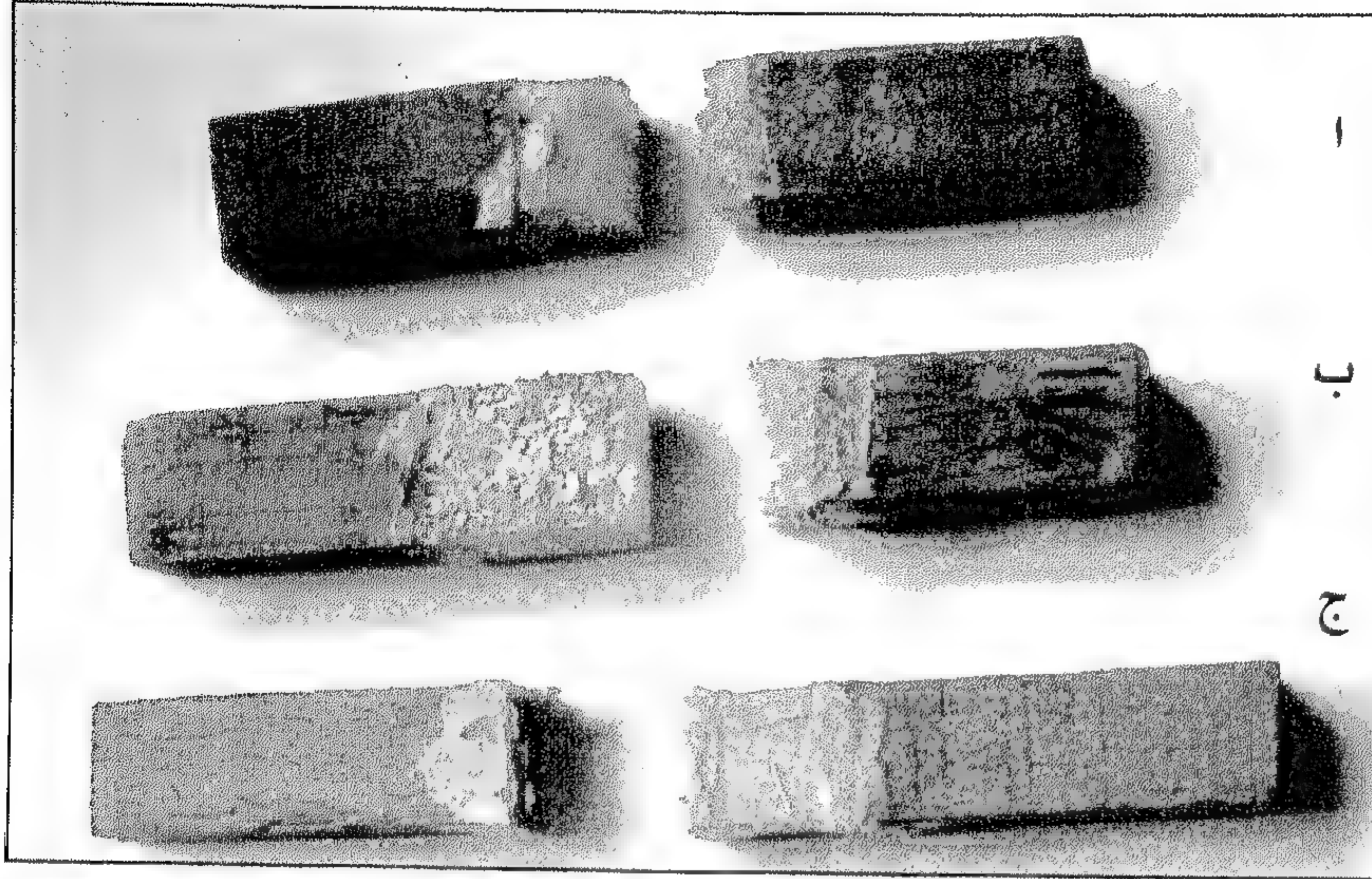
صورة رقم (١٦٣) أ ب ج

توضح الأسلوب الذي أتبع في تثبيت
عينات المواد و المخاليط المائلة
بين قرصى جهاز الضغط ، و سلوك
العينات أثناء اختبار قياس اجهاد
الانحناء حيث :

أ - العينة رقم (١) .

ب - العينة رقم (٢) .

ج - الانهيار التدريجى للعينة رقم (٣)



أ

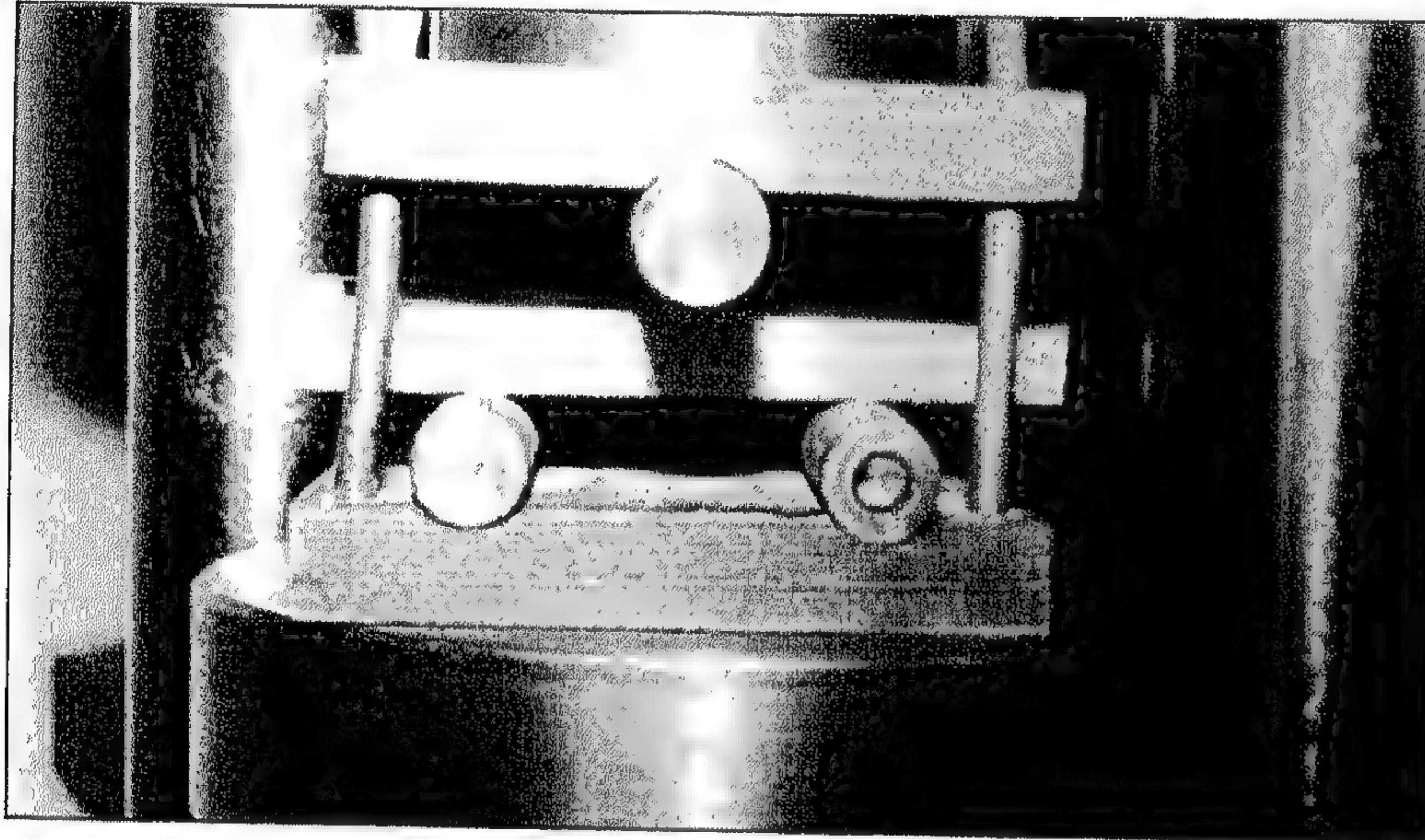
ب

ج

صورة رقم (١٦٤) أ ب ج

توضح المظاهر المختلفة لانتهيار العينة رقم (١١) بناء على اتجاه تحميل ضغوط أجهاد الانحناء حيث :

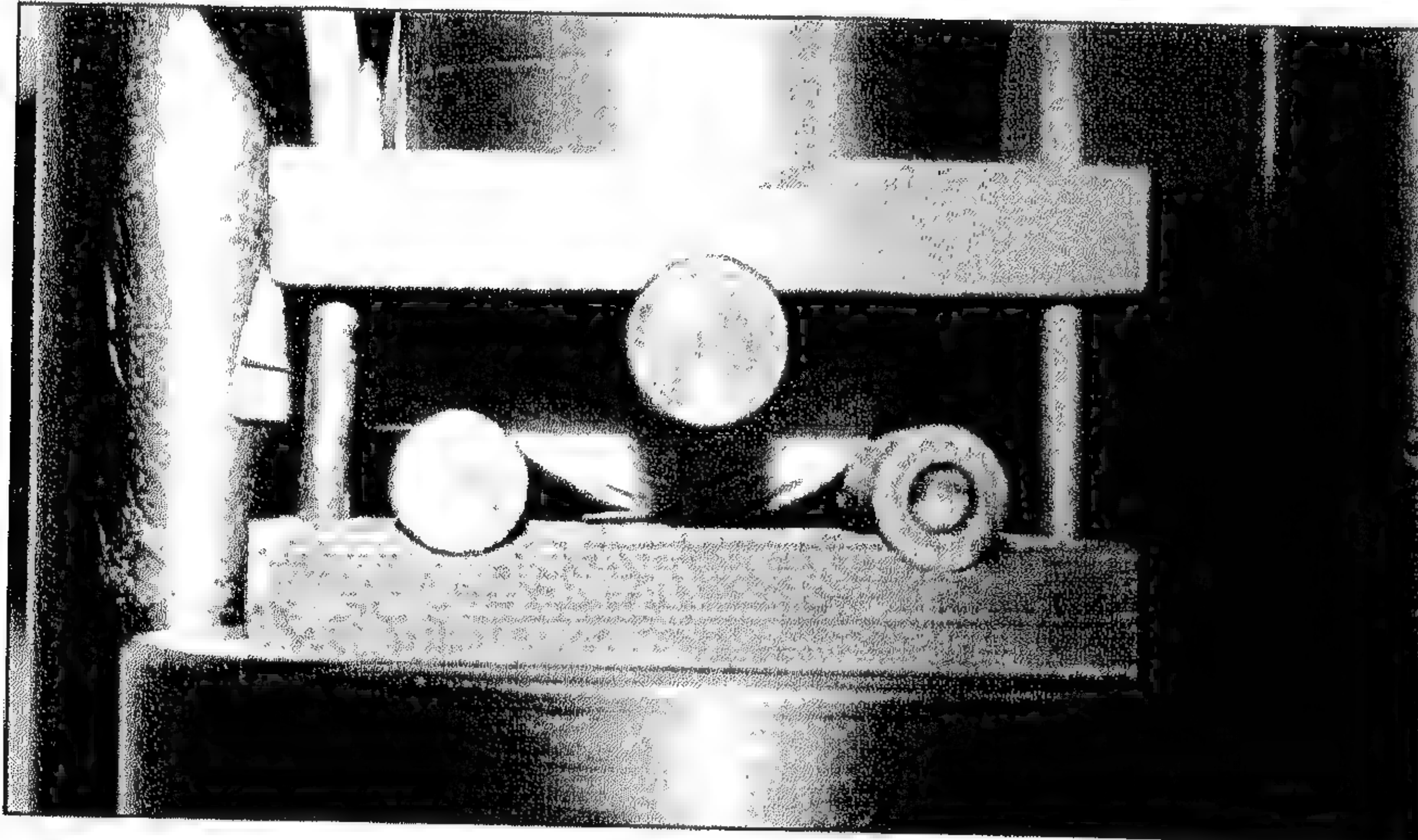
- أ. ب. عند تحميل الضغط في اتجاه الألياف أدى إلى سرعة انهيار العينة .
- ج. عند وقوع الضغط عمودى على اتجاه الألياف انشغل خط اللحام نتيجة لأن تحمل مادة اللصق للضغط أقل من العينة .



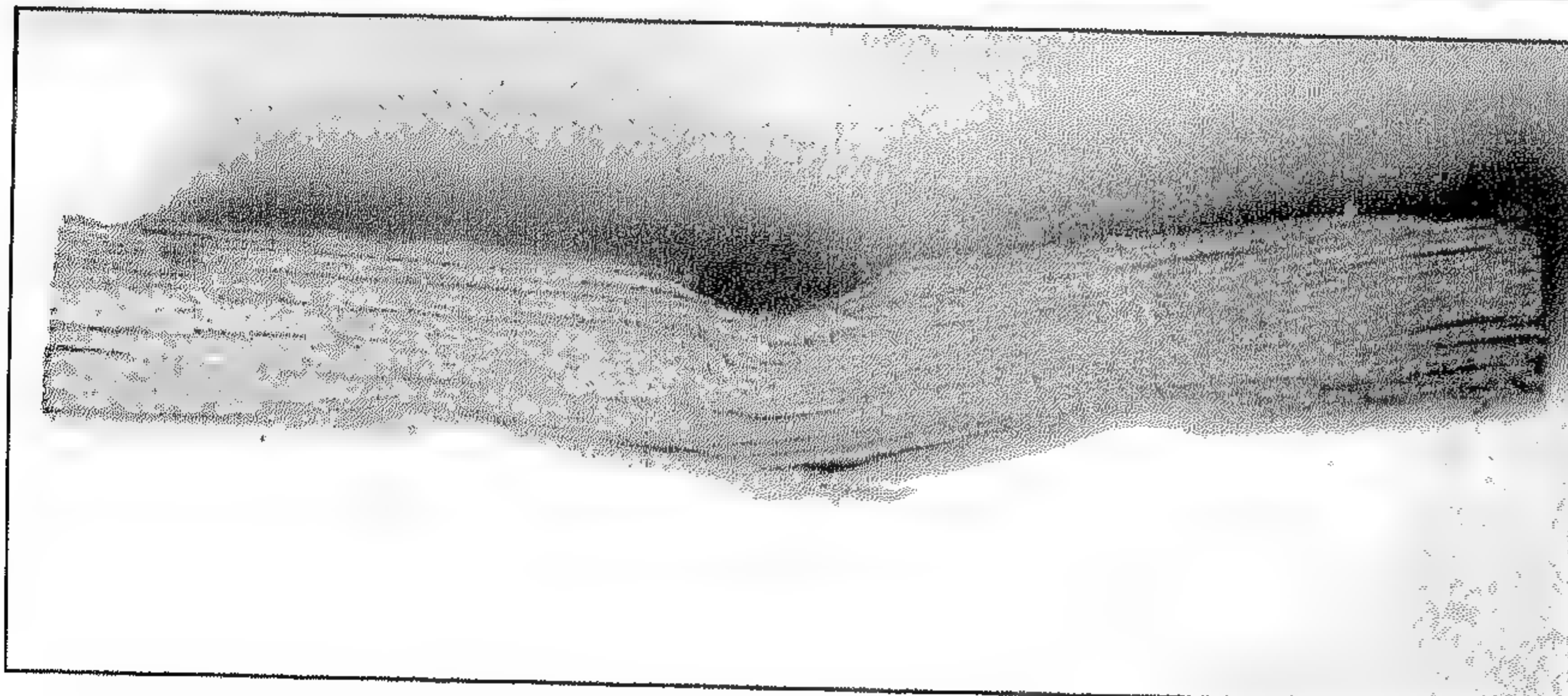
صورة رقم (١٦٥) أ ب ج

توضح مراحل انهيار العينة رقم (١١) خلال اختبار قياس أجهاد الانحناء عند وقوع الضغط عمودى على اتجاه الألياف حيث :

أ. العينة عند بداية الاختبار .



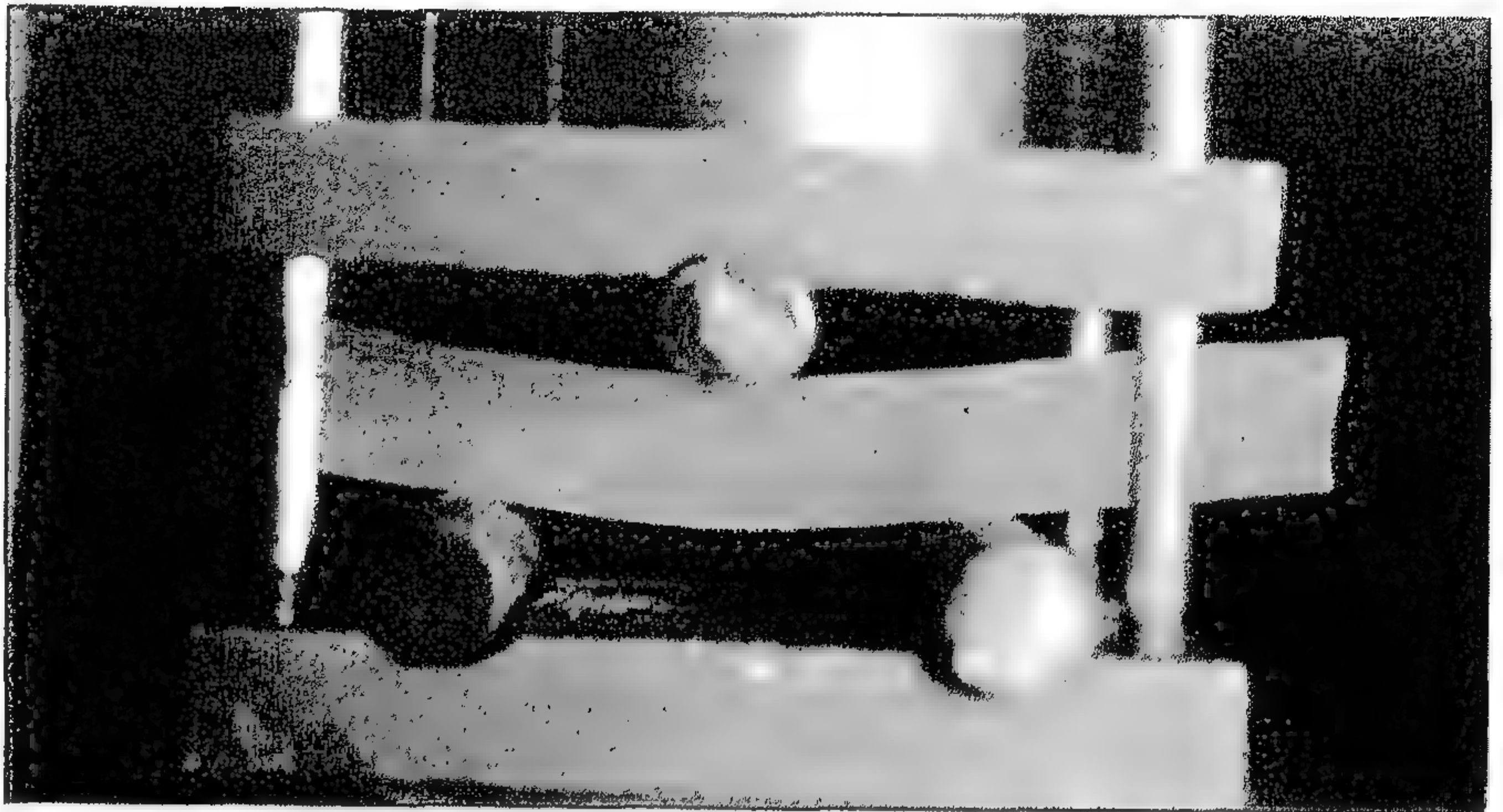
ب. العينة عند ضغط انحناء ٤١ كجم/سم^٢



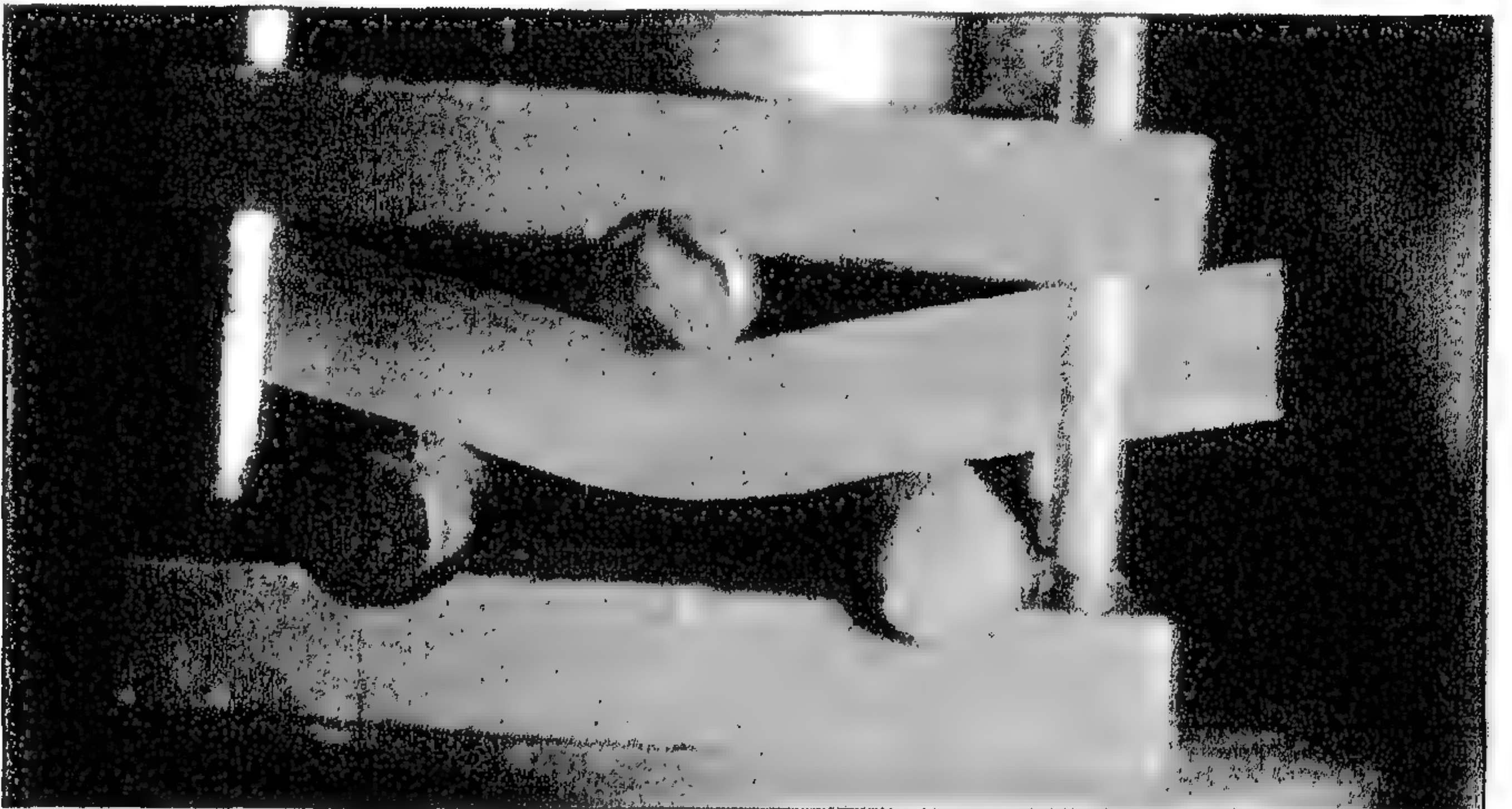
ج. العينة بعد ٢٤ ساعة من رفع الضغط عنها و قد ارتدت جزئيا إلى شكلها الأصلي .

صورة رقم (١٦٦. أ ب ج د)

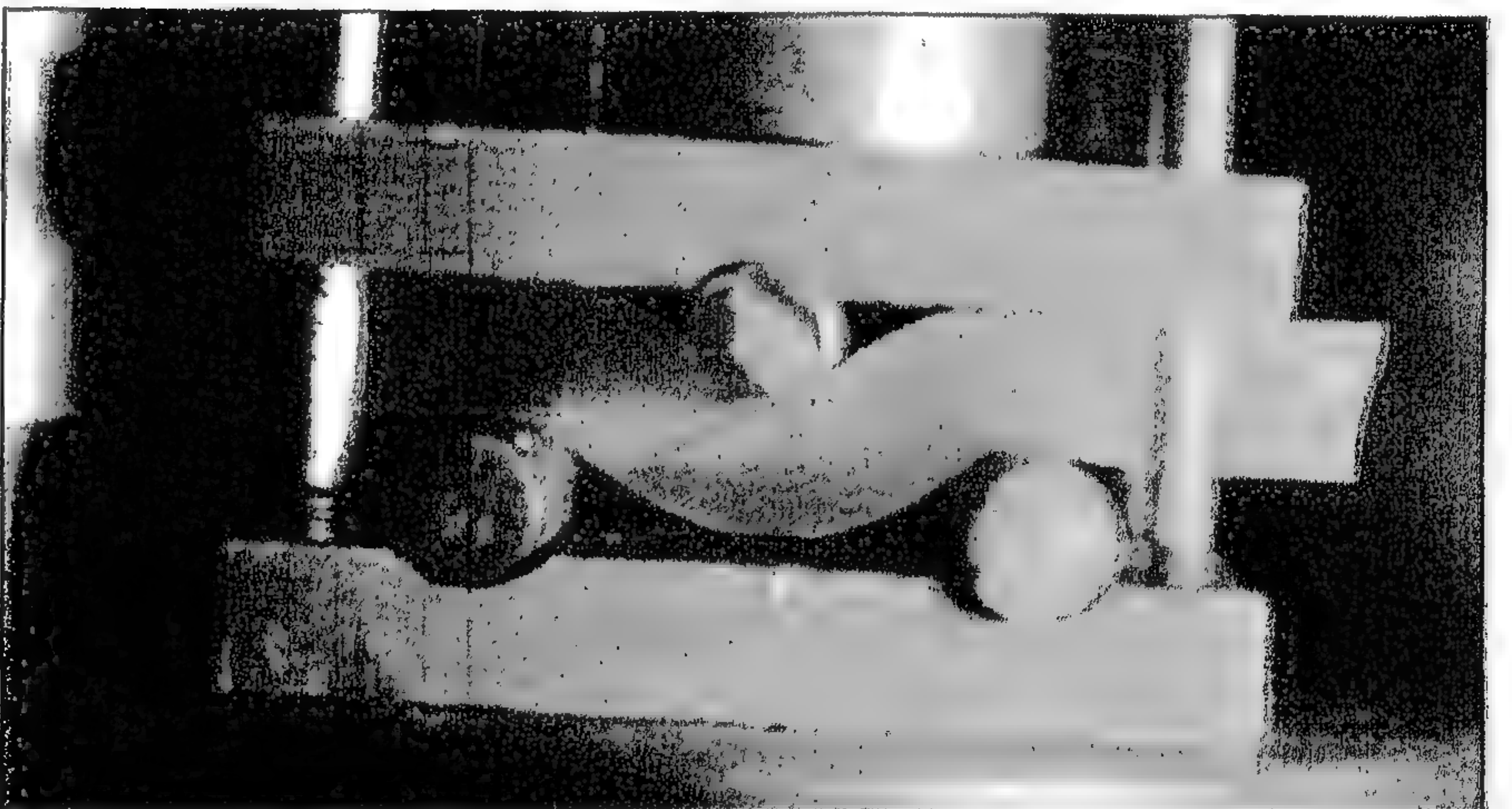
مراحل إنهياب العينة رقم (١٦) تحت تأثير ضغط الانحناء و يلاحظ مدى قابلية العينة للانحناء .



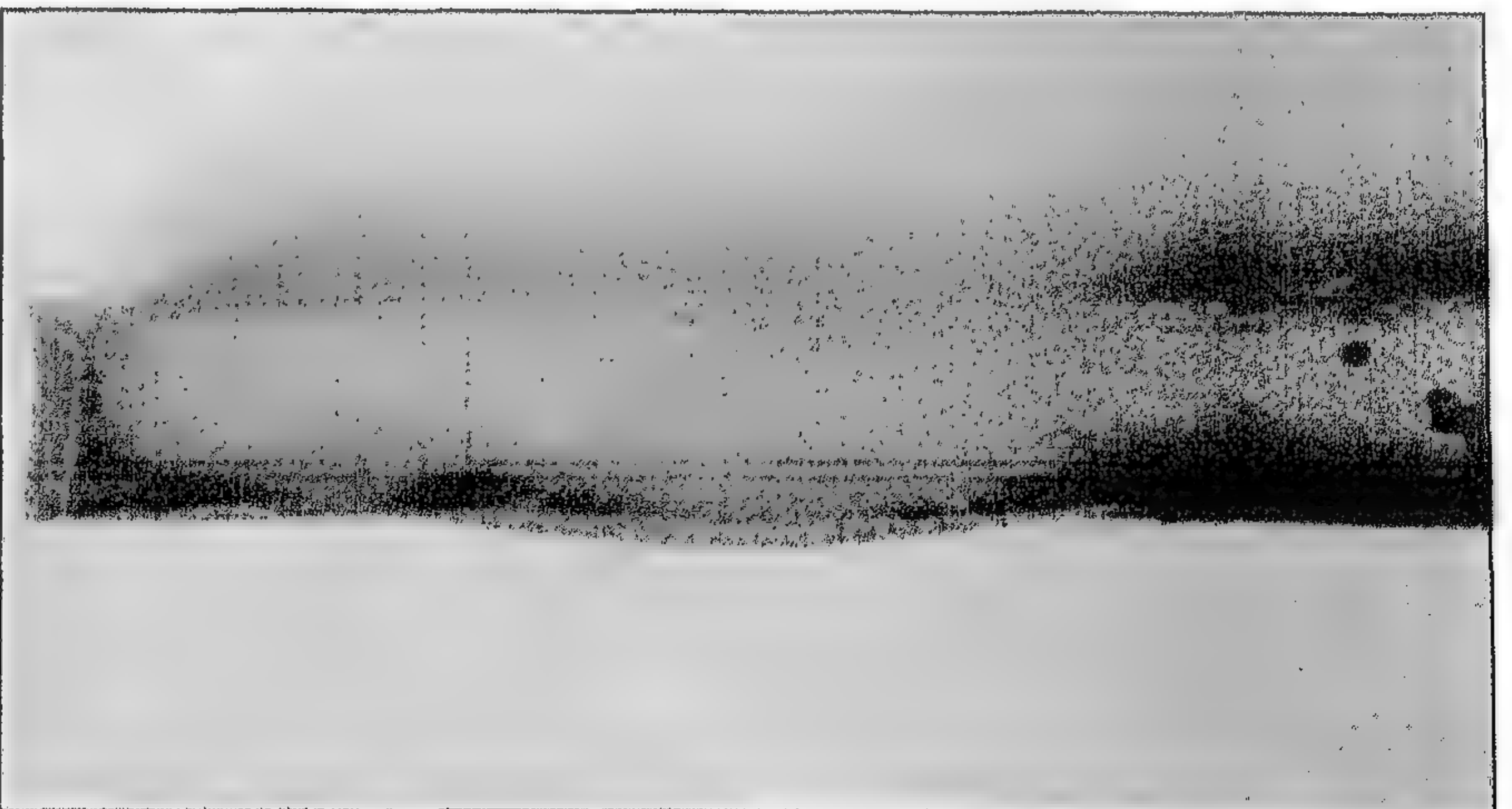
أ. العينة عند ضغط انحناء ٦٥ كجم/سم^٢ .



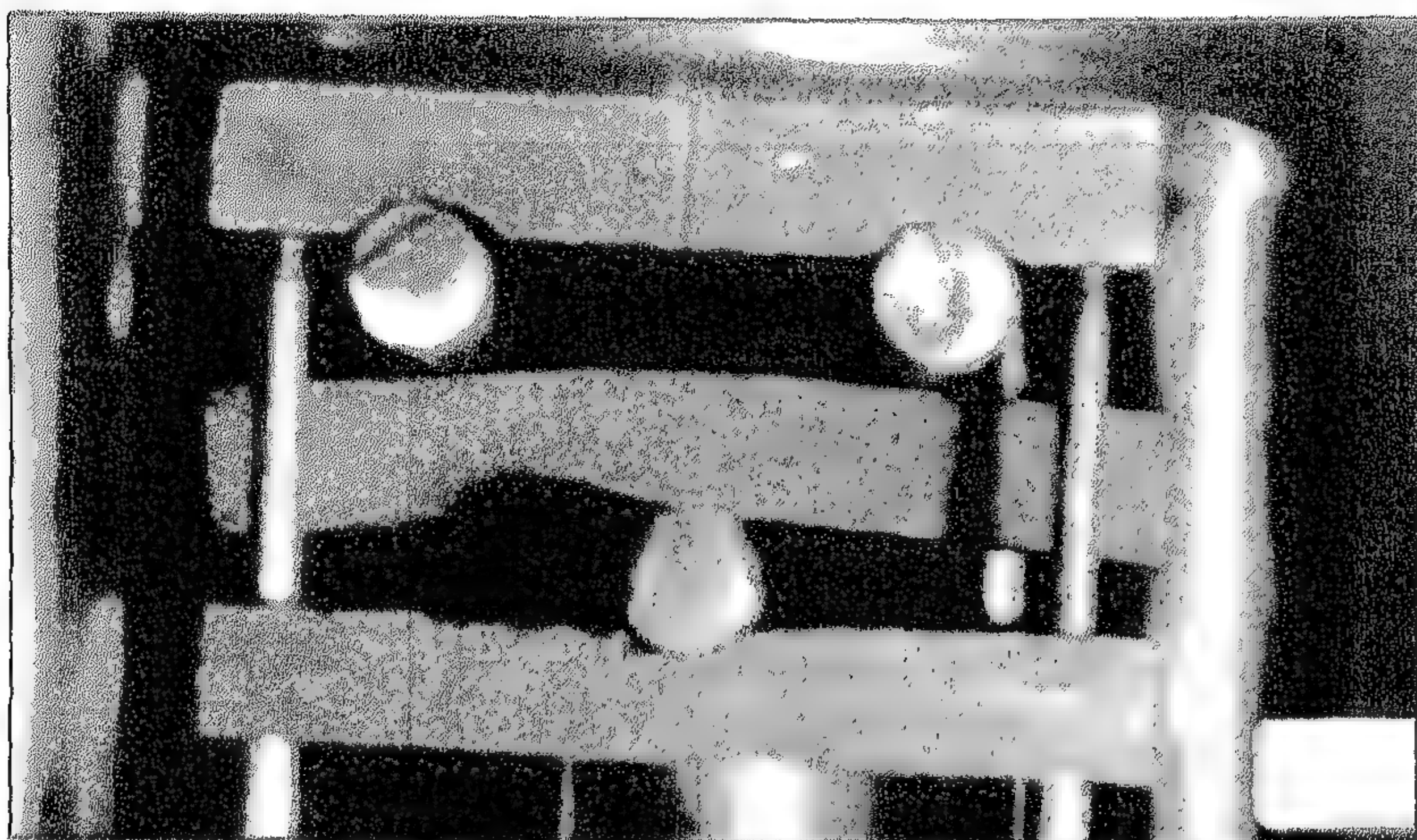
ب. العينة عند ضغط انحناء ٩٤ كجم/سم^٢ .



ج. العينة عند ضغط انحناء ٥٨٤ كجم/سم^٢ .

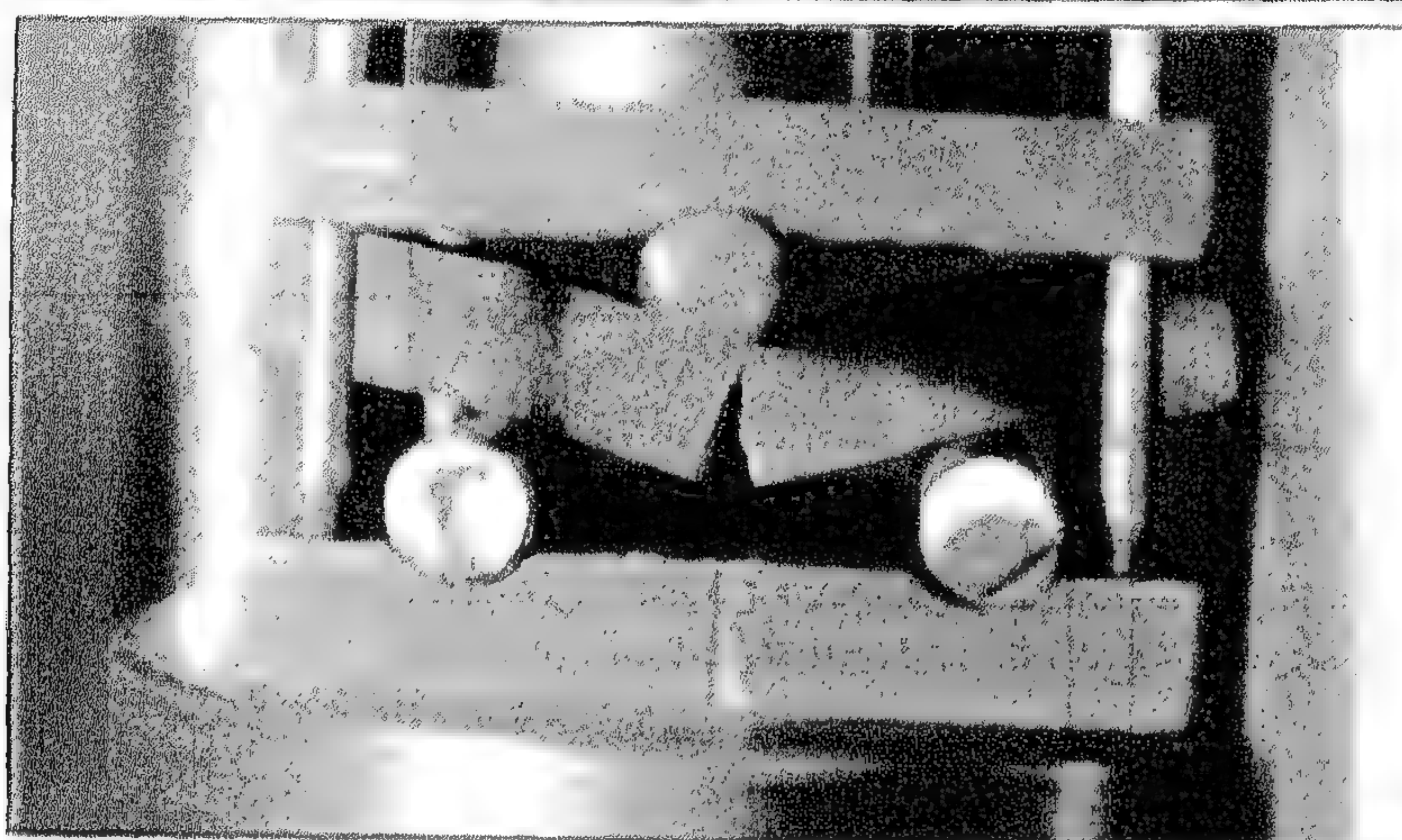


د. العينة بعد ٢٤ ساعة من رفع الضغط عنها .



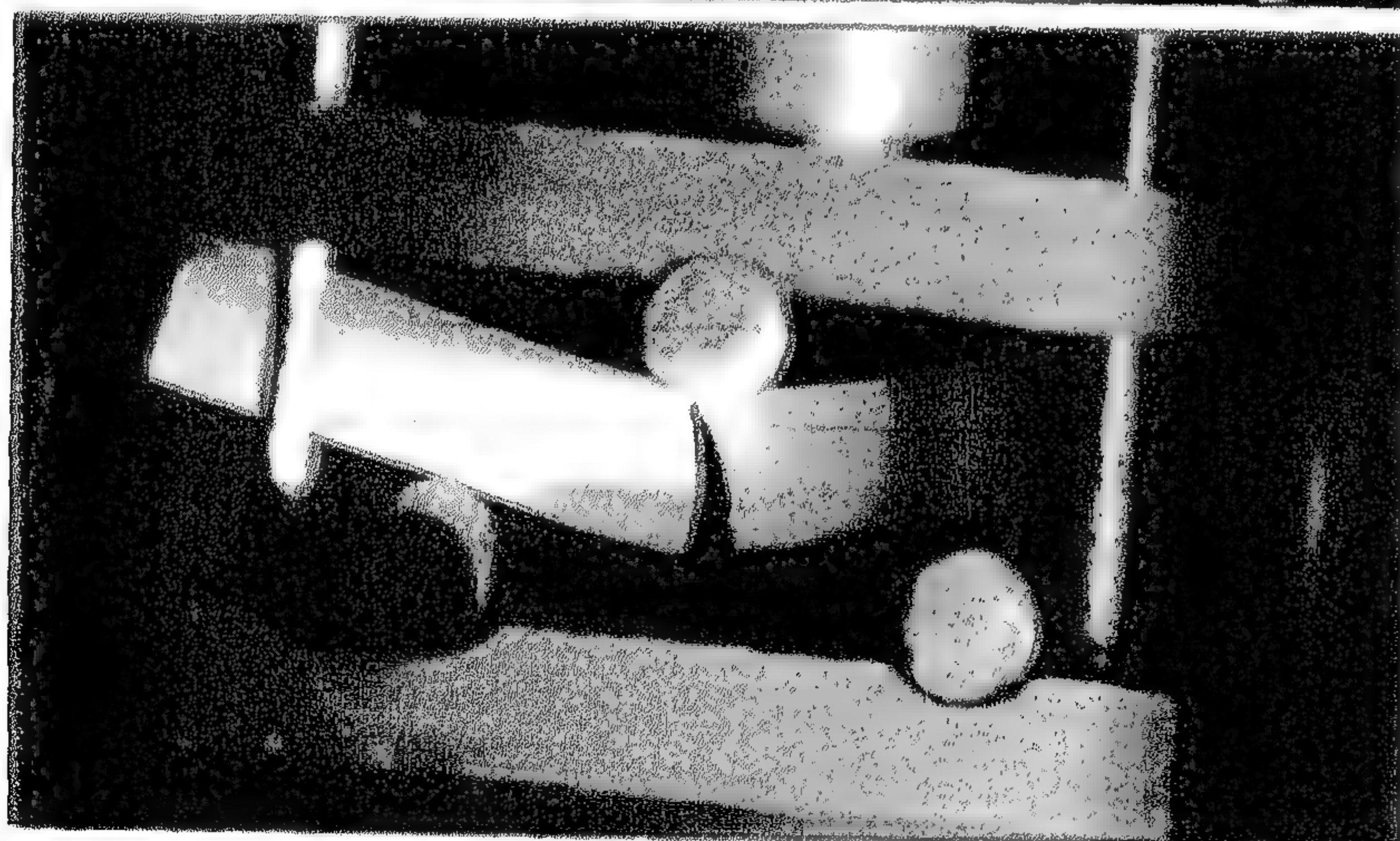
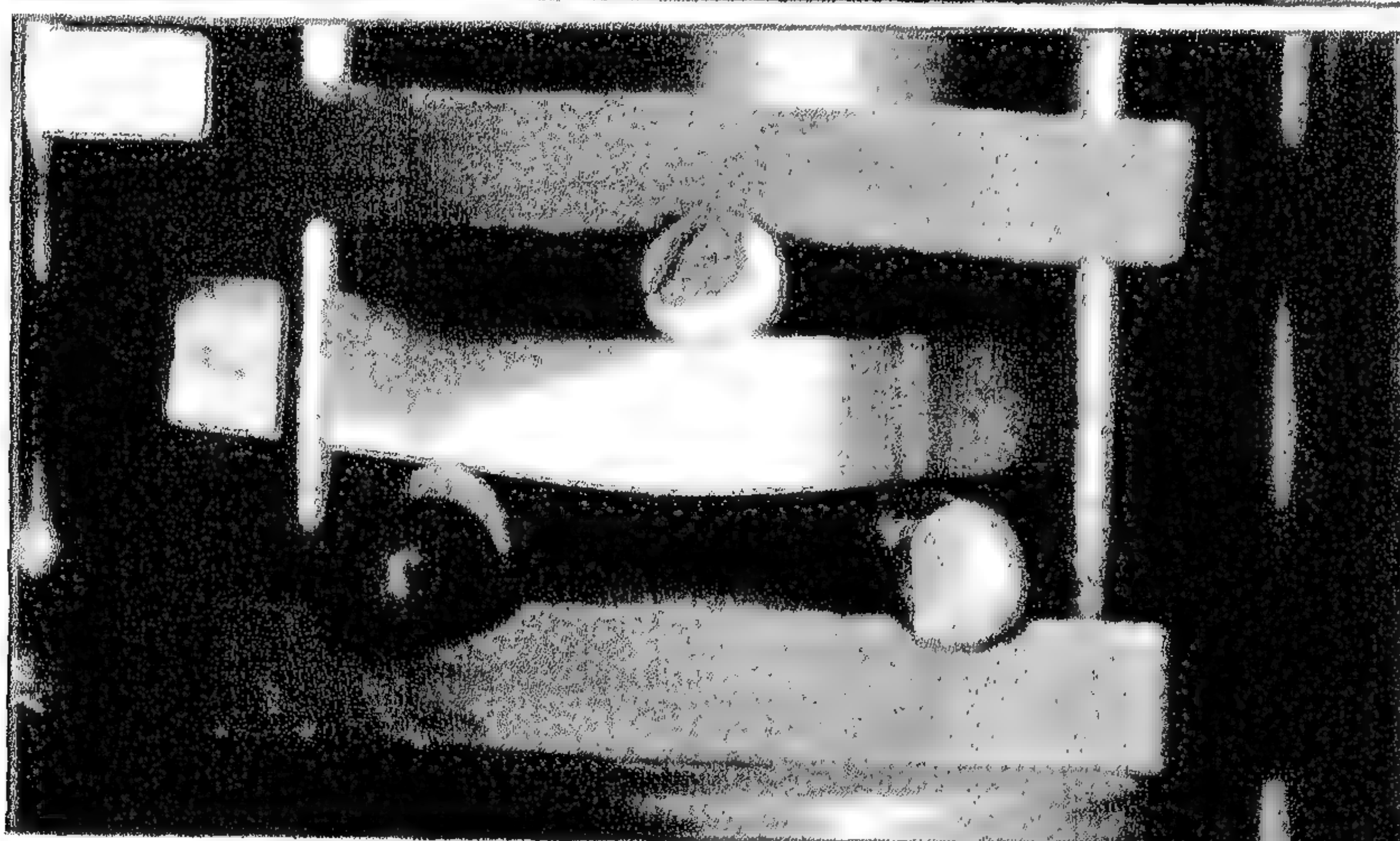
صورة رقم (١٦٧) ب

توضح مراحل انهيار العينة رقم (١٧)
| ١ | و العينة رقم (١٨) | ب | خلال
اختبار قياس اجهاد الانحناء .



العينة (١٧)

عند ضغط انحناء ١٥٥ كجم/سم^٢



العينة (١٨)

عند ضغط انحناء ٤١ كجم/سم^٢

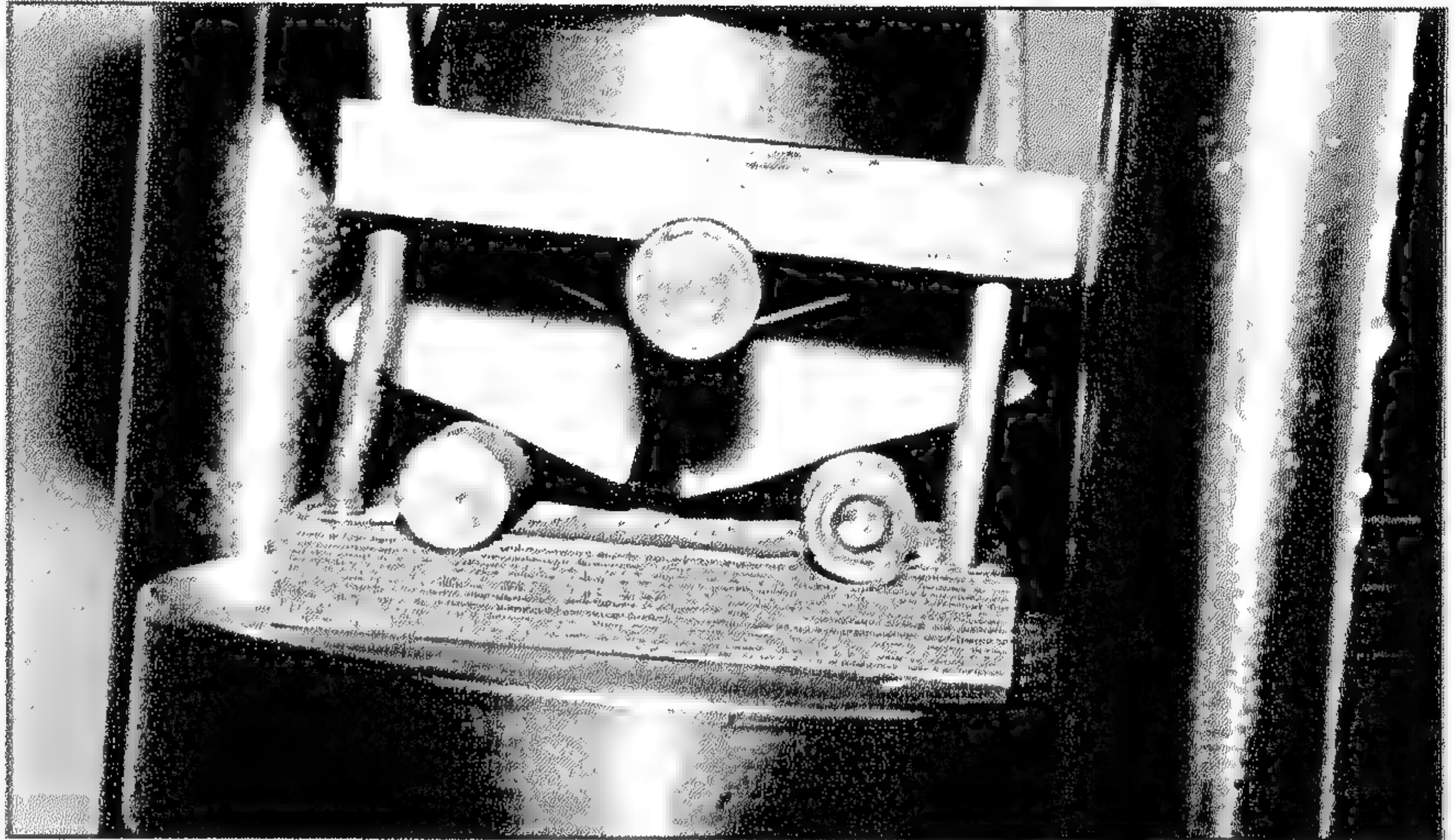
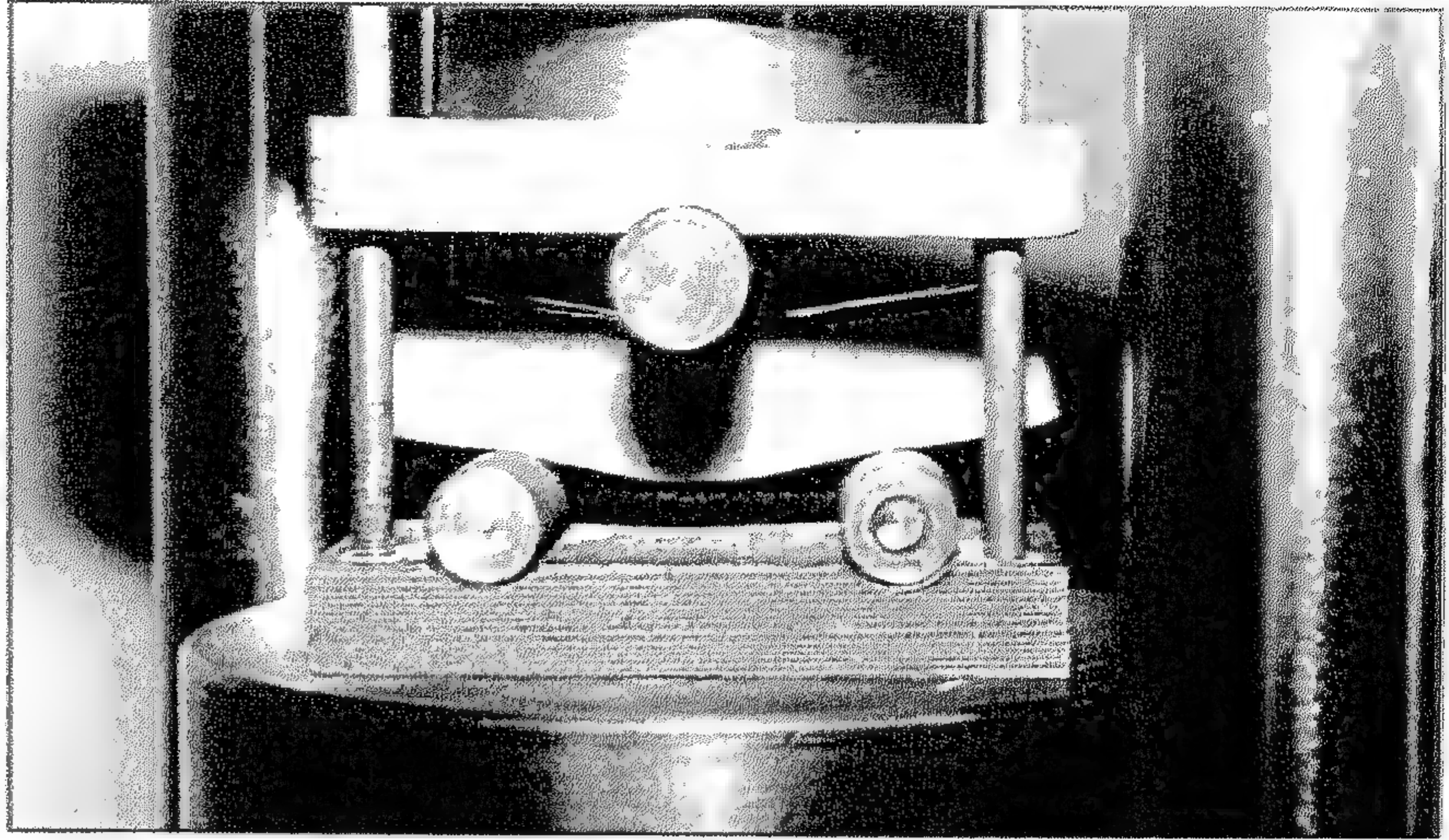
صورة رقم (١٦٨) أ ب

توضح مراحل و سلوك انهيار العينة
رقم (١٩) خلال اختبار قياس اجهاد
الانحناء ، في حالة تغير نسب مكوناتها
حيث :

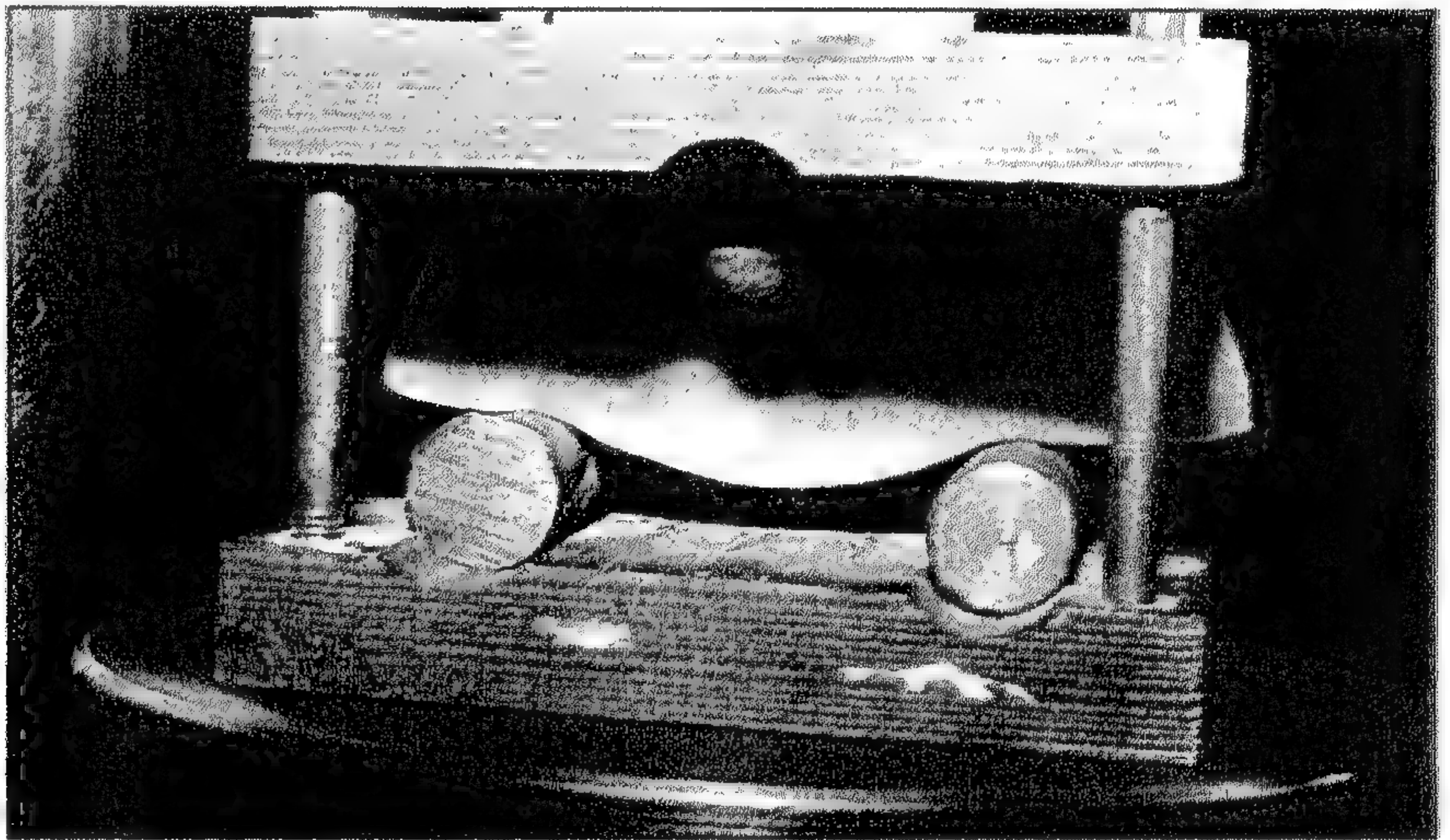
أ- نسبة الأرسنيت إلى المواد الملائمة
١ : ١ : ٢

ب- نسبة الأرسنيت إلى المواد
الملائمة ٤ : ١ : ١

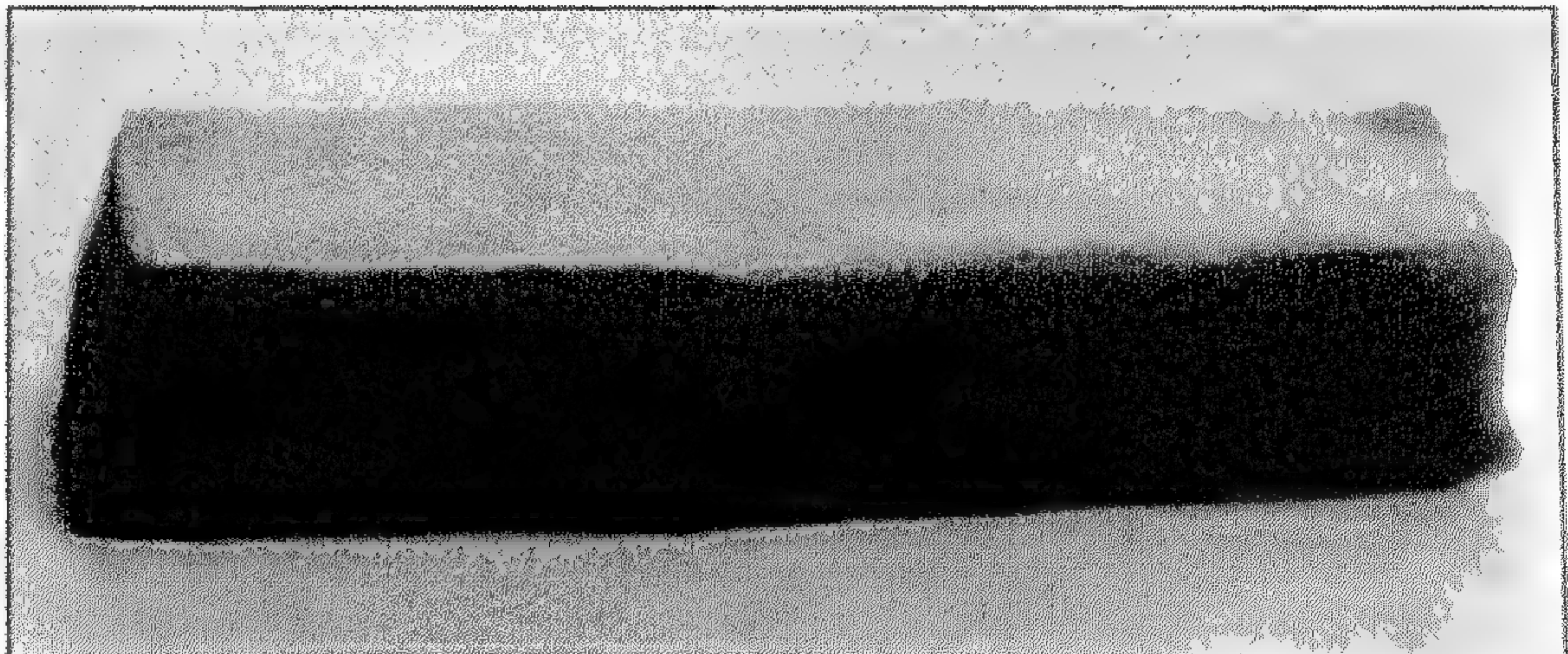
تعرض العينة (١٩) (أ) للانحناء
عند حمل ضغط ٢٠٢ كجم/سم^٢



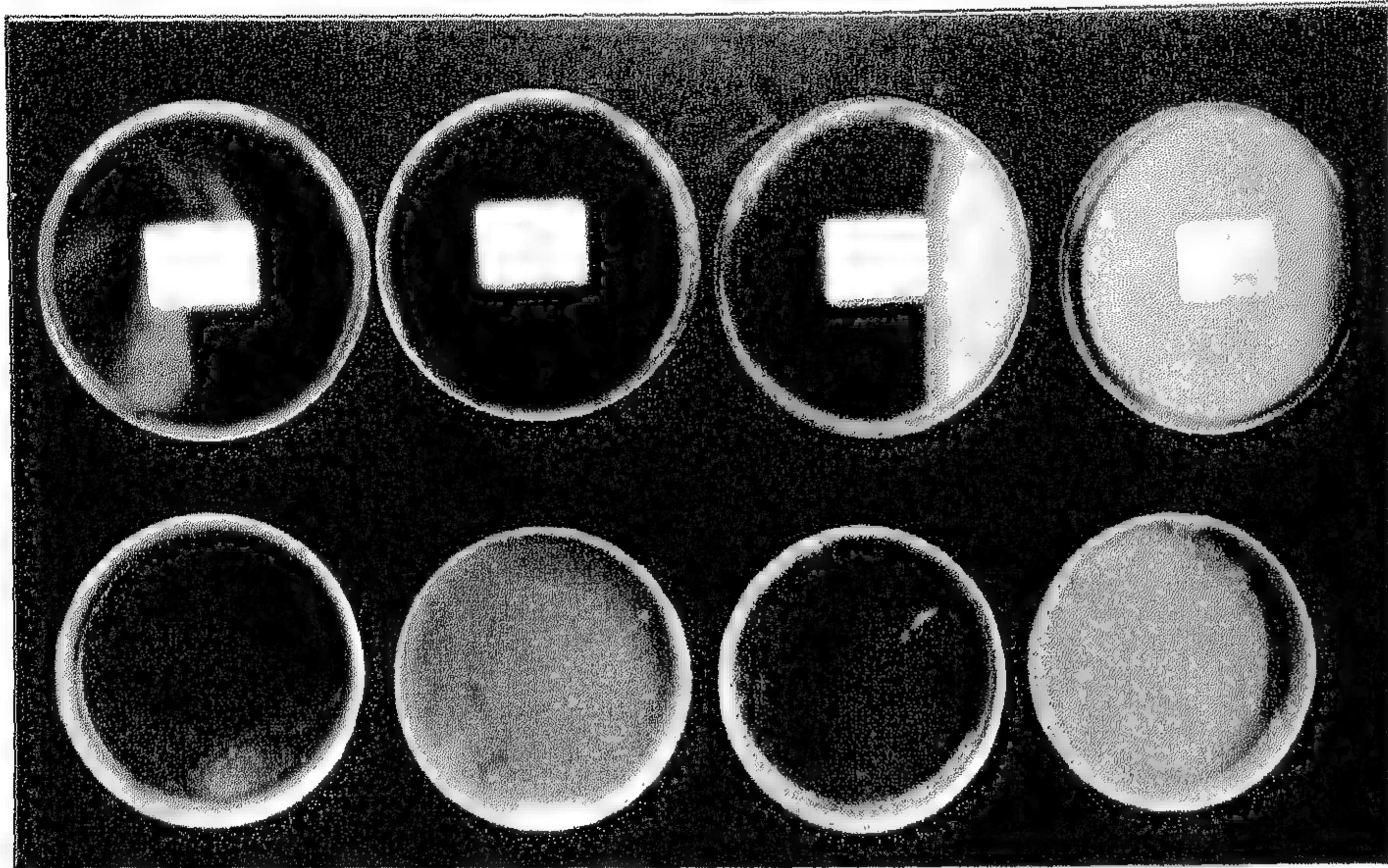
تعرض العينة (١٩) (أ) للكسر عند
حمل ضغط ٢٤١ كجم/سم^٢



العينة (١٩) (ب) عند ضغط
انحناء ٣٢١ كجم/سم^٢



العينة (١٩) (ب) بعد ٢٤ ساعة
من انتهاء التجربة .



(د)

(ج)

(ب)

(ا)

صورة رقم (١٦٩)

توضح مظهر الأفلام الجافة لمادة
البلكسيبول B 597 التي تم تحضيرها
باستخدام مذيبات مختلفة وهي :
أ - التولوين .
ب - الأسيتون .
ج - تراي كلورو الأيثيلين .
د - خلاط الأيثيل .



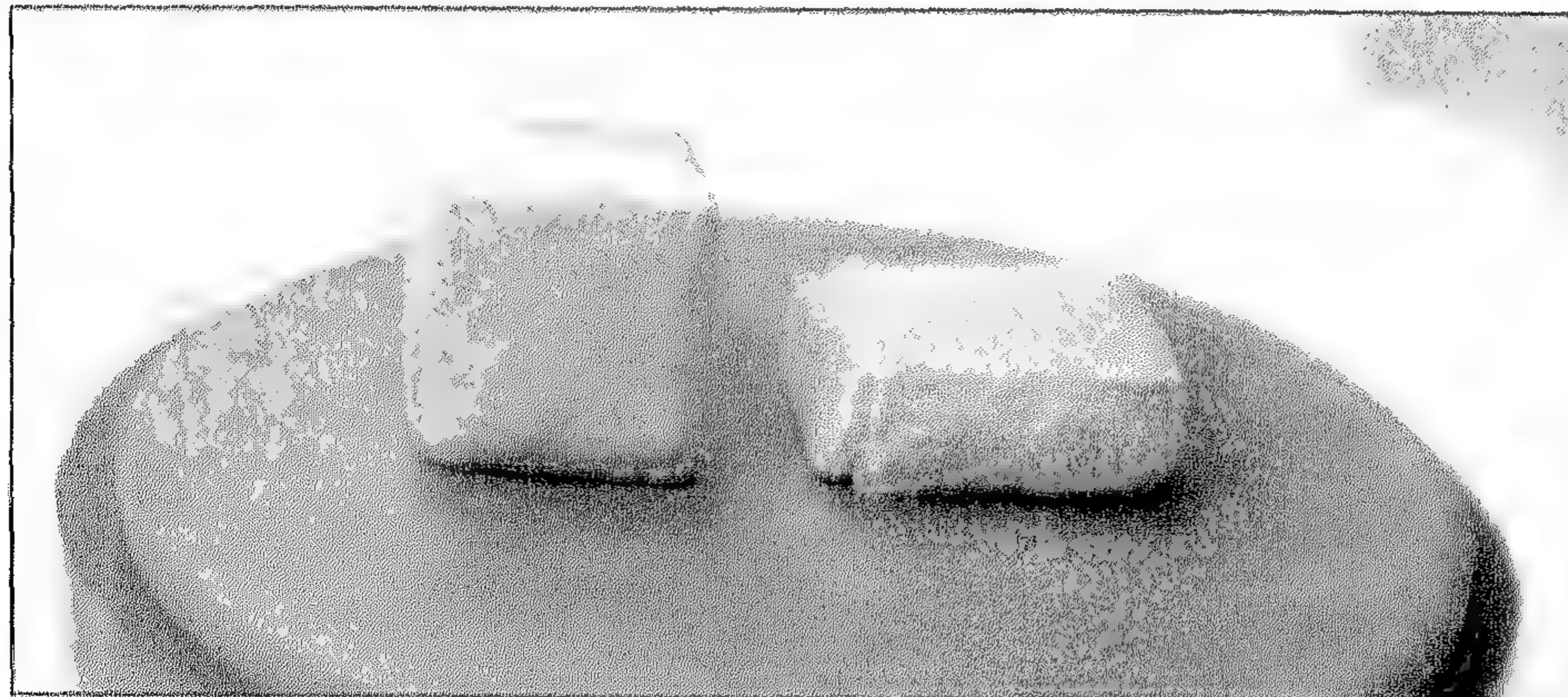
صورة رقم (١٧٠ - أ ب ج)

توضح قابلية الانضغاط للمواد
المائلة المختارة لعمليات التدعيم
لتماثيل البحث حيث :

أ - خليط الميكروبالون
/ بارالويد B72 .



ب - خشب البلسا .

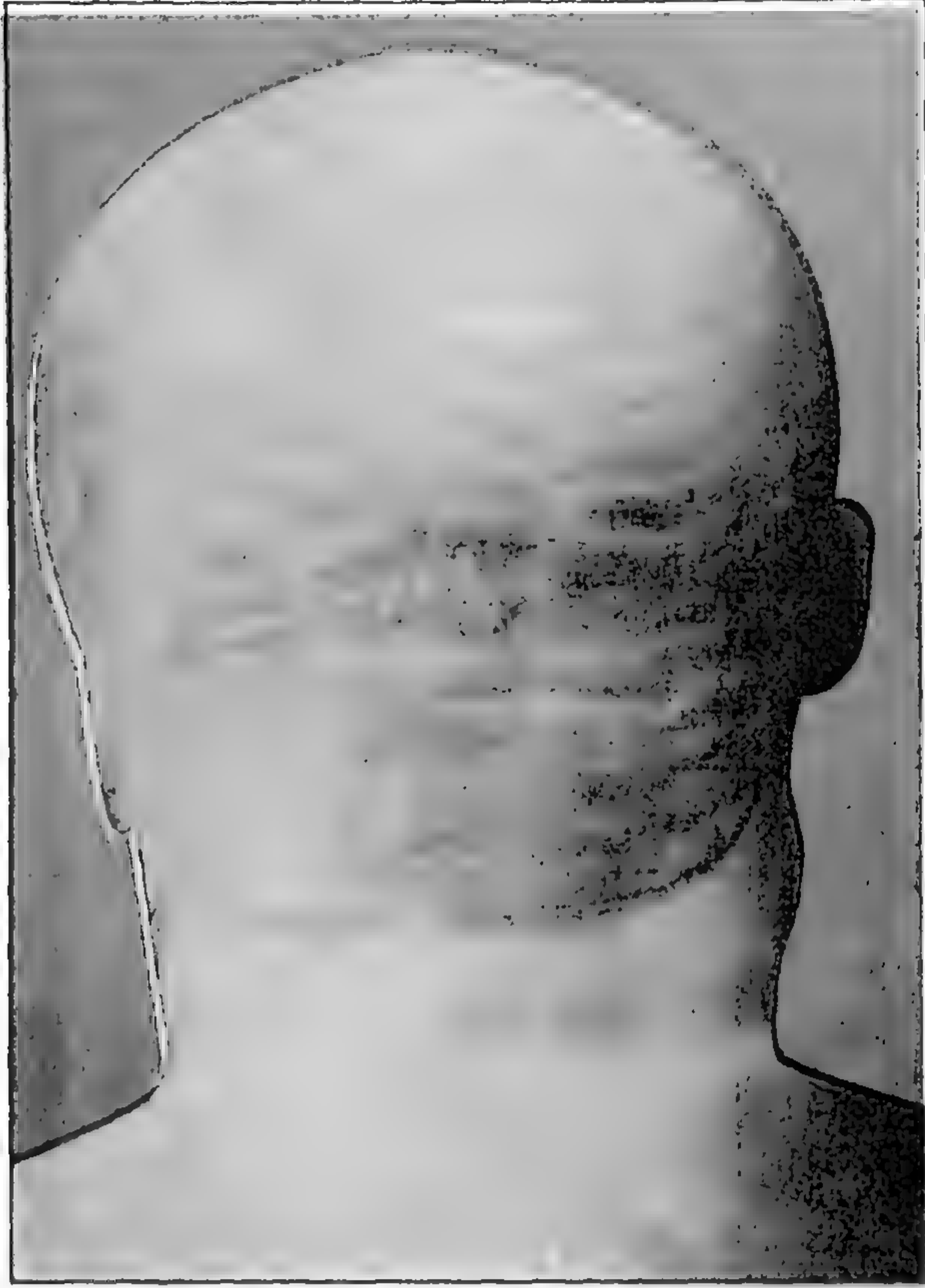


ج - عجينة الورق .



صور رقم (١١٧١ - ب - ج)

توضح تمثال «كاعبر» أثناء عمليات التنظيف التي أجريت لإزالة الطبقة البيضاء المعتمدة من على سطح الخشب .



صورة رقم (١١٧٢ - ب)

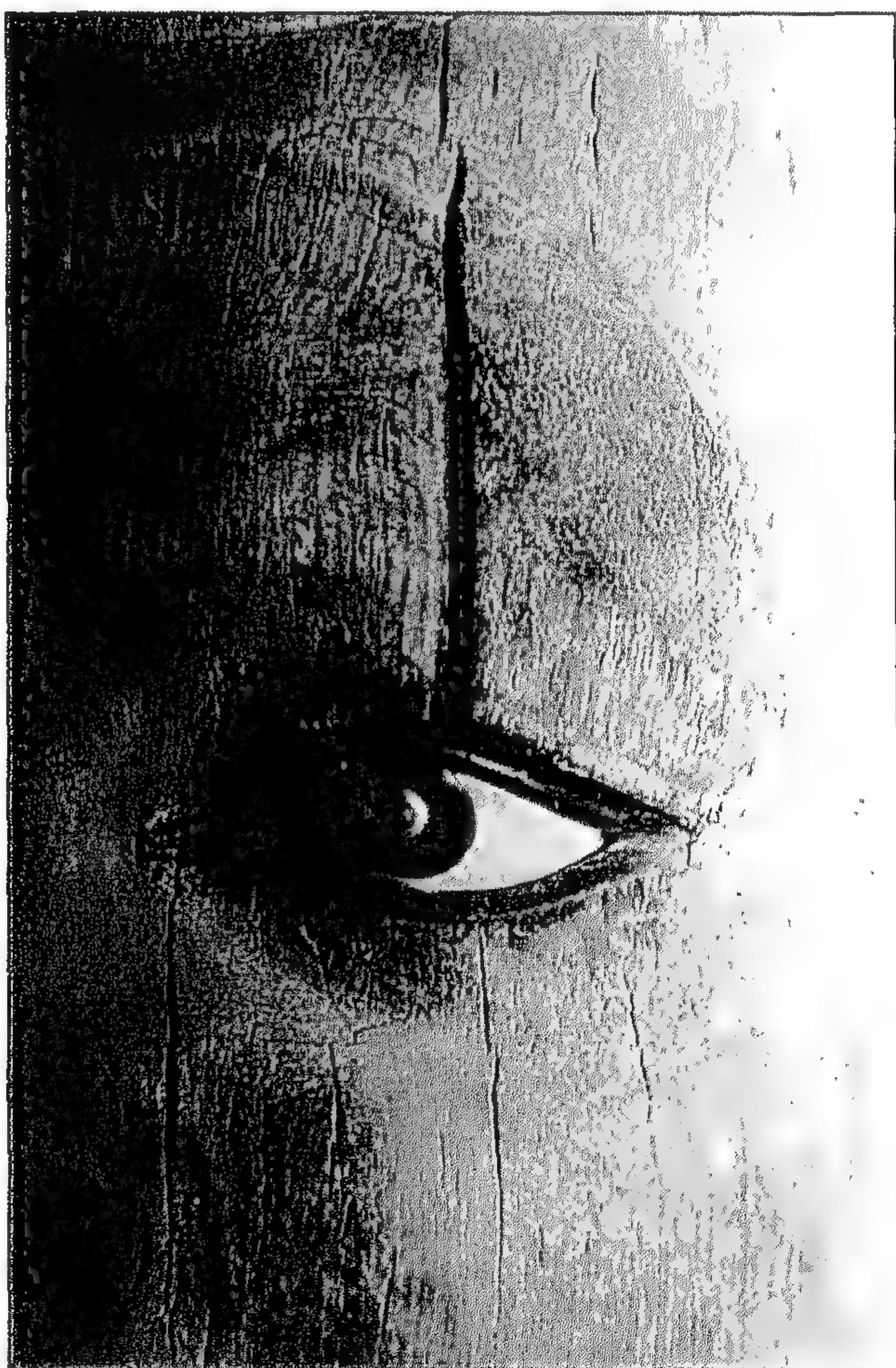
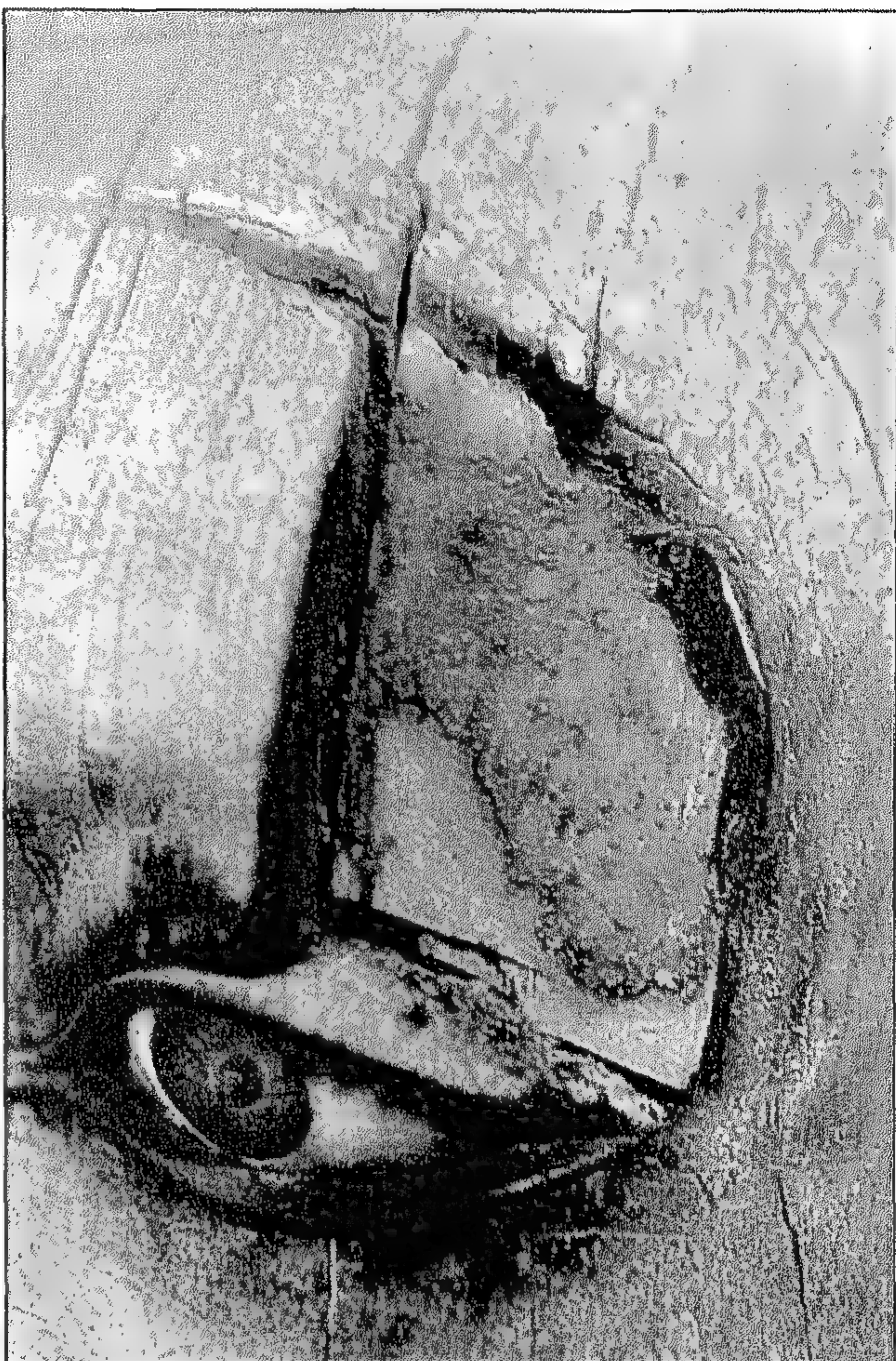
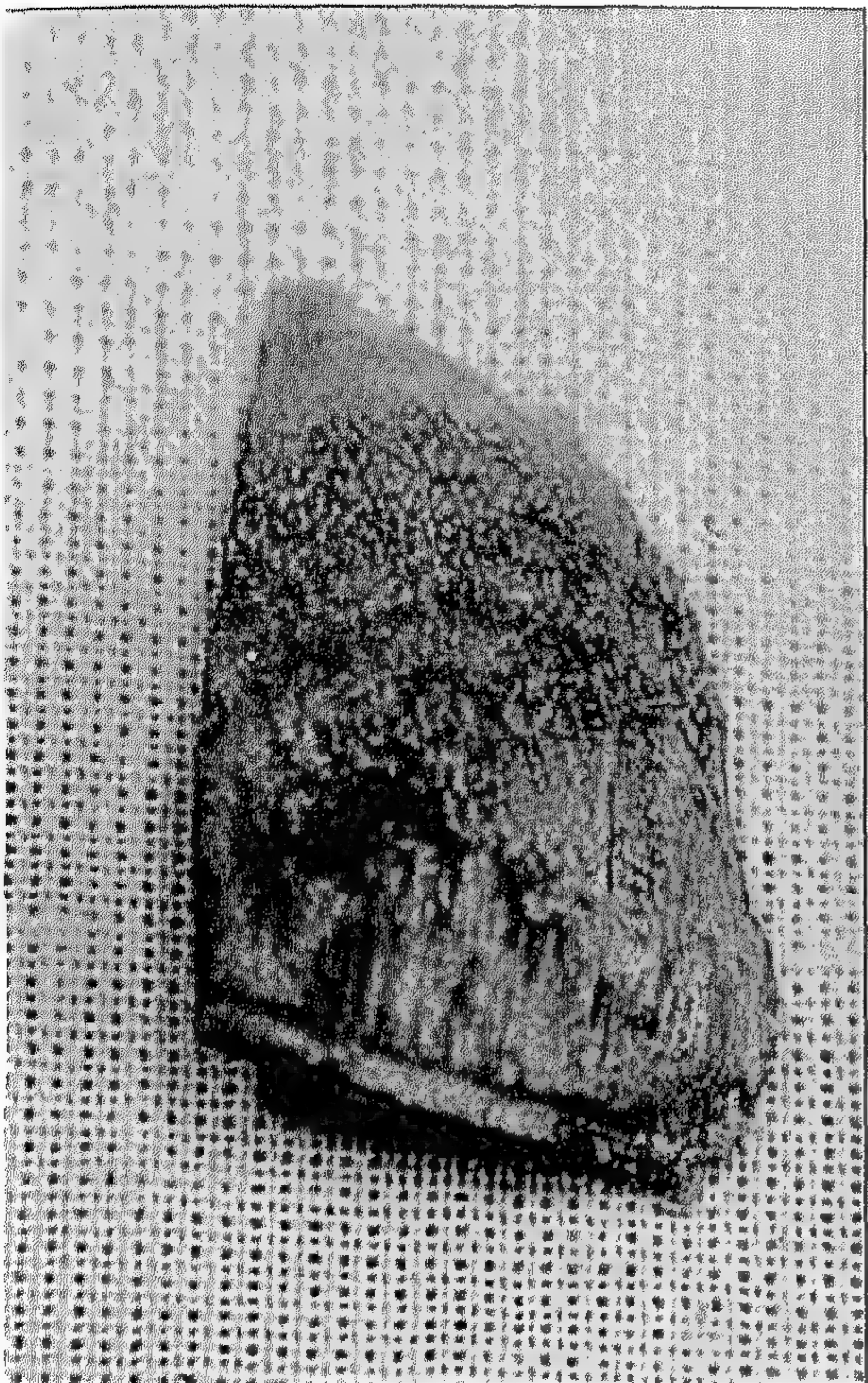
توضح الشعر المستعار بتمثال «كاعبر» من الخلف قبل وبعد إزالة فضلات الطيور .



صورة رقم (١١٧٣ - ب)

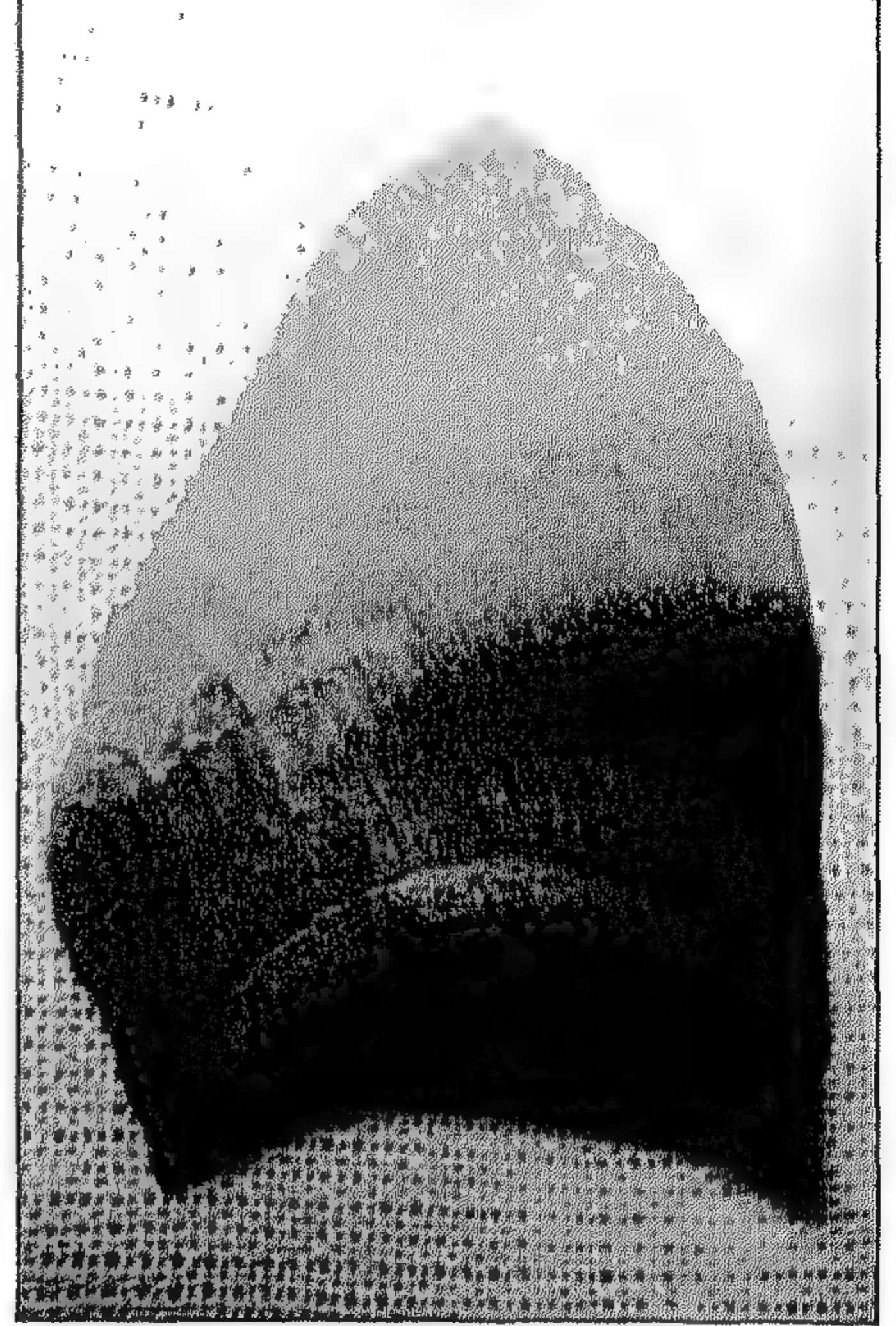
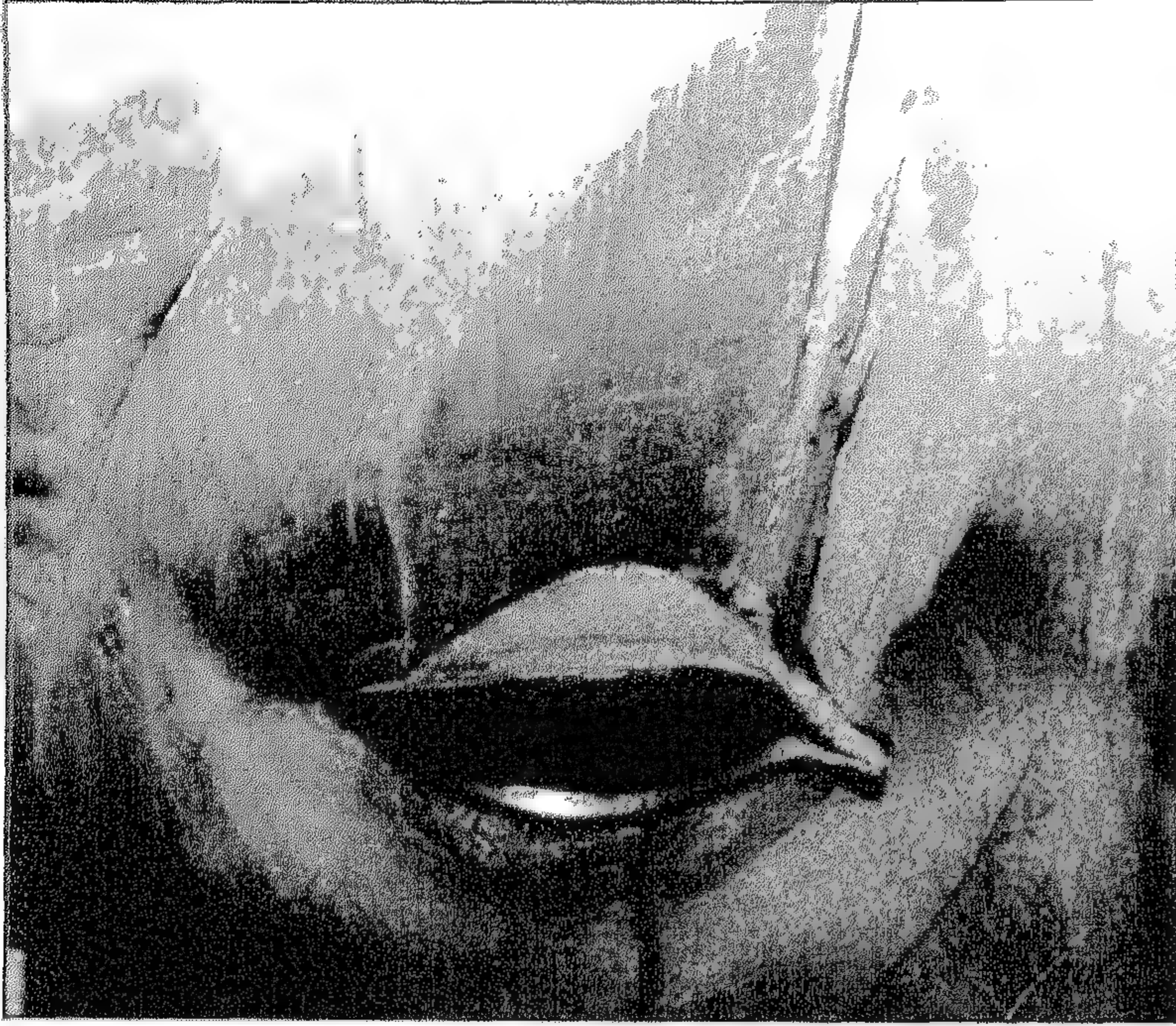
توضح تعليم اعين تمثال «كاعبر» قبل وبعد عمليات التنظيف .





صور رقم (١٧٤ - ب - ج)

توضح الجزء المكمل للمنطقة
فوق العين اليسرى بتمثال «كاعبر»
بعد فصله عن موضعه حيث تظهر
بقايا مواد الترميم السابق في موضع
التثبيت ، وبعد الانتهاء من عمليات
التطهير والتثبيت .

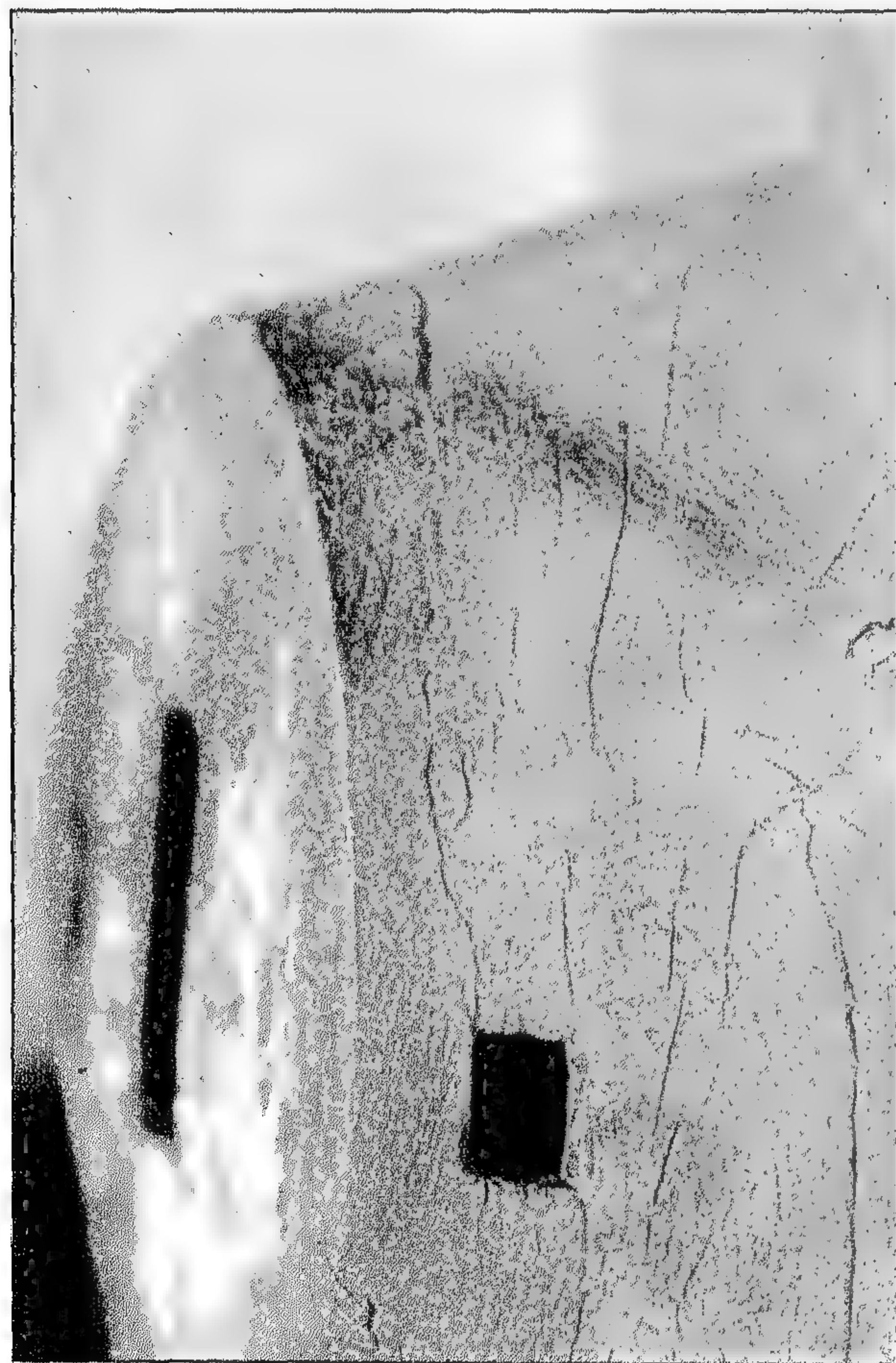
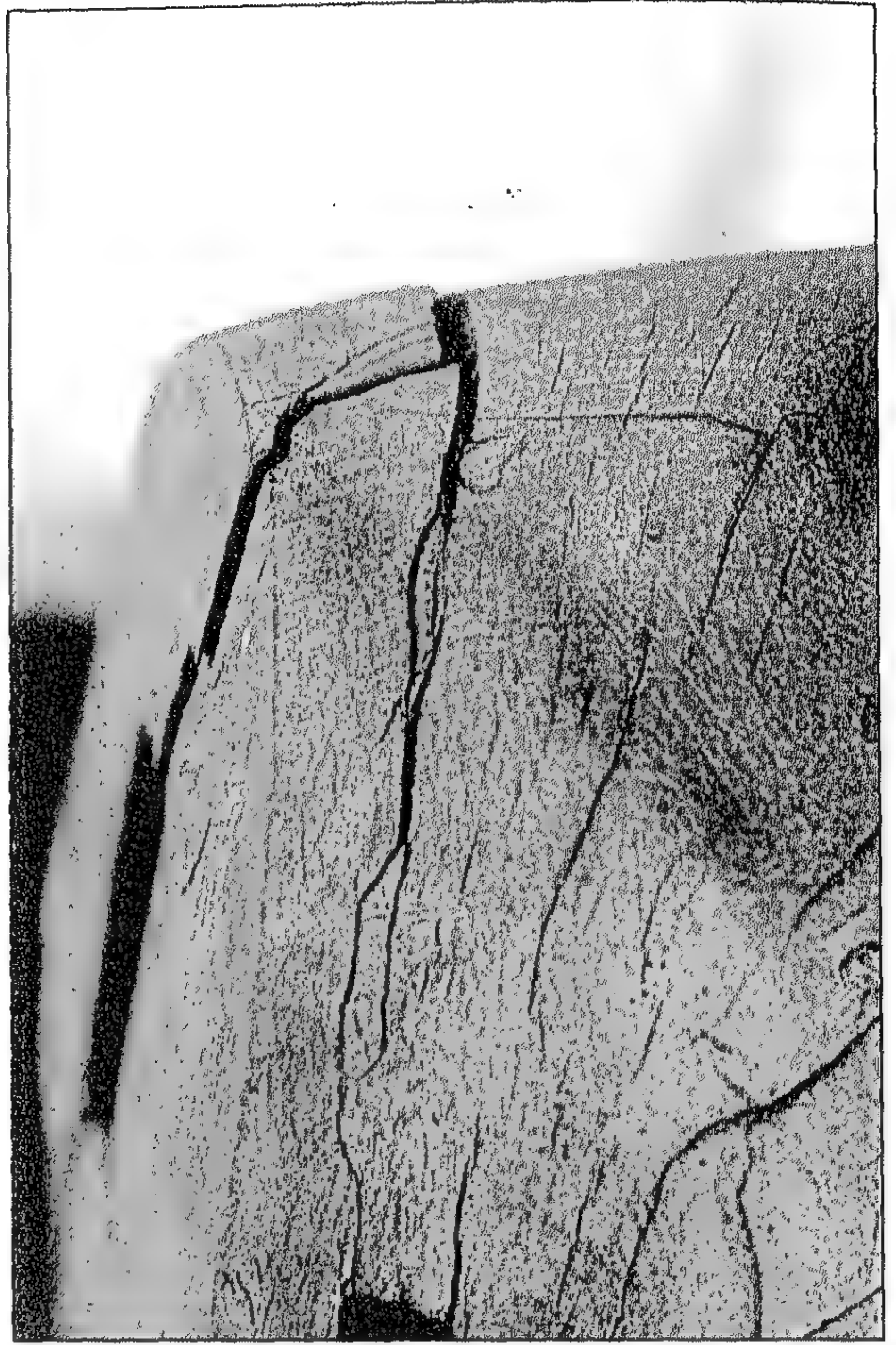


صور رقم (١٧٥ - ب - ج)
توضح الجزء شبه المنفصل فوق العين اليمنى بتمثال «كاعبر» بعد تمام فصله عن موضعه وبعد الانتهاء من عمليات الترميم .

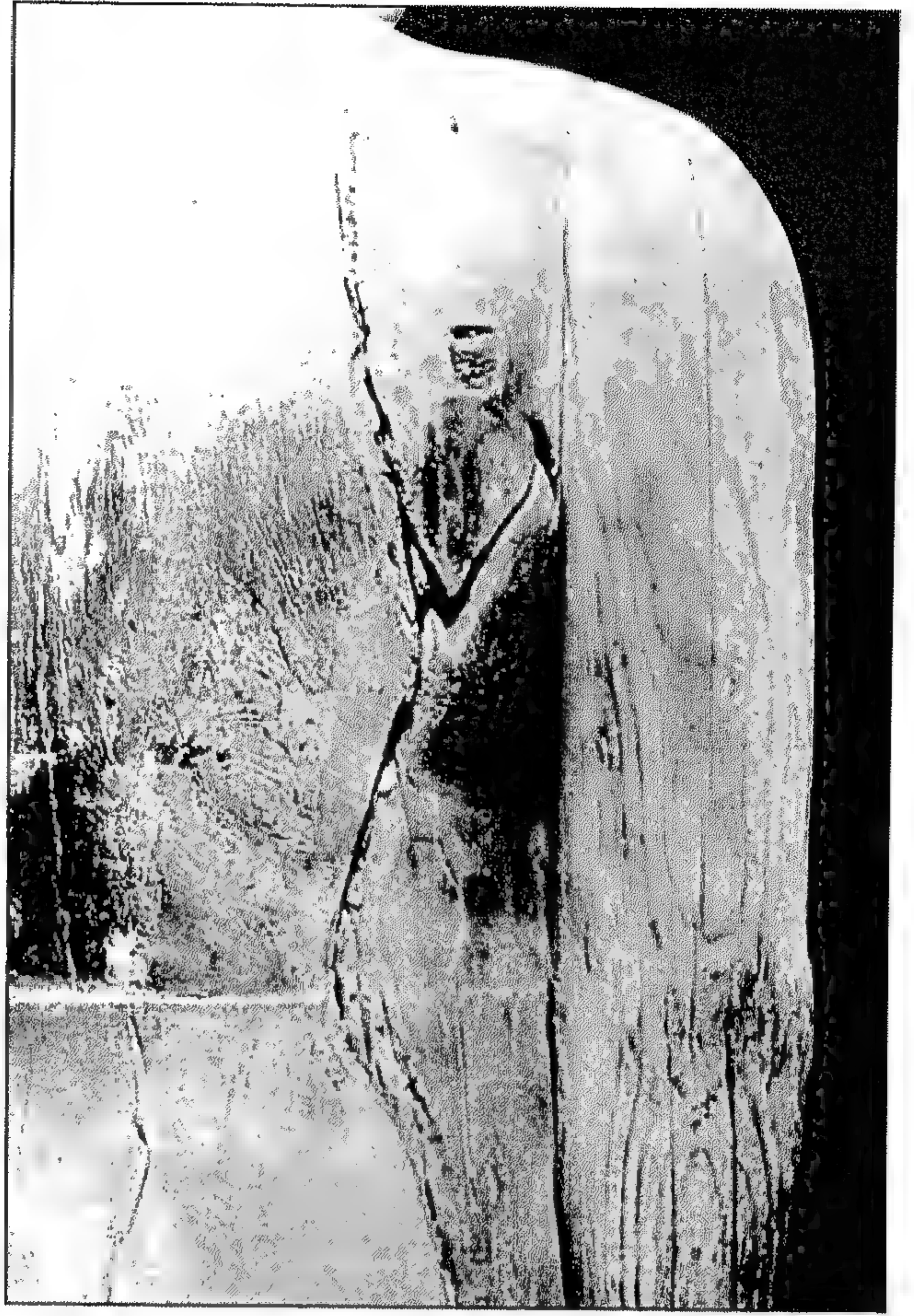


صورة رقم (١٧٦ - ب)

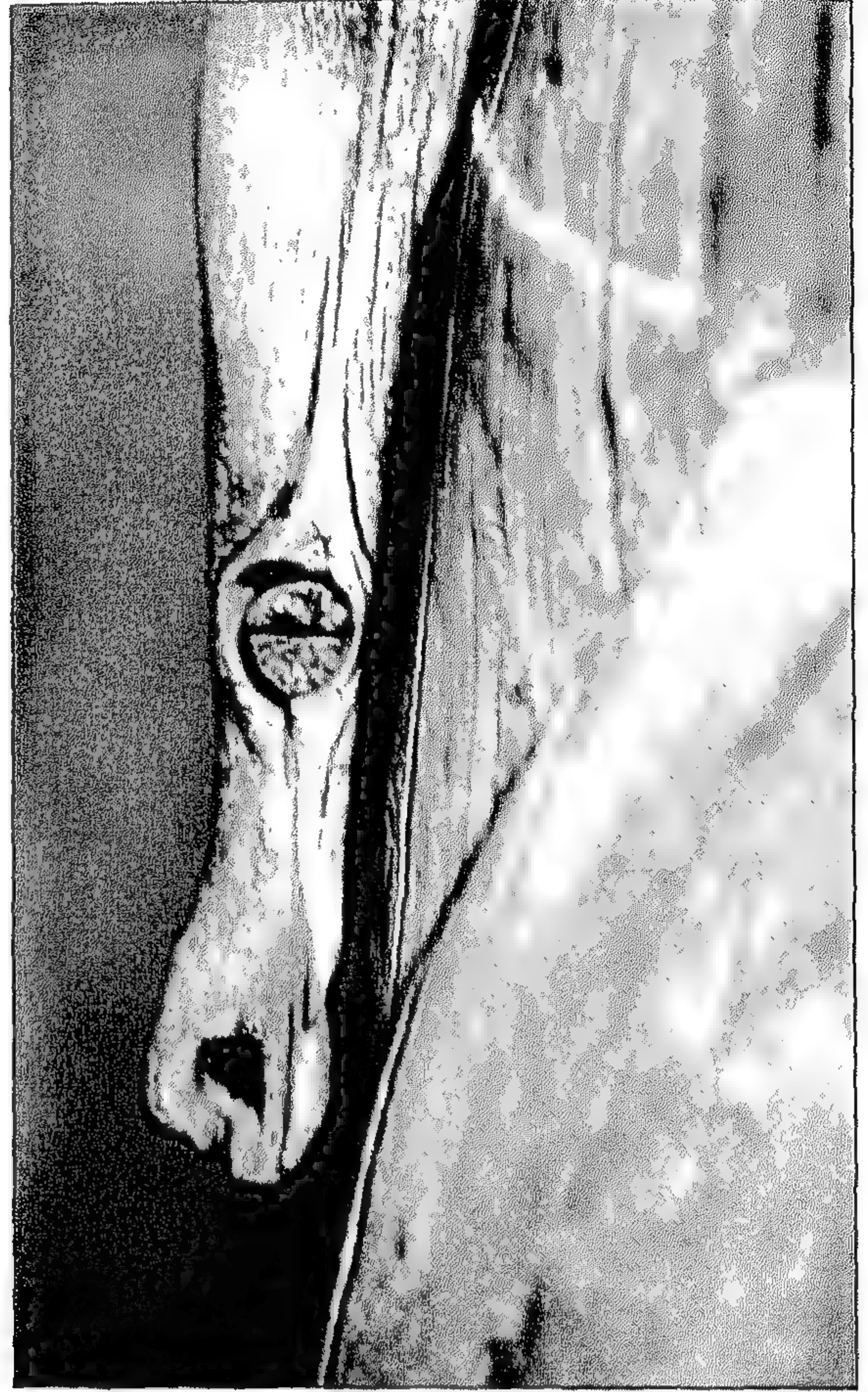
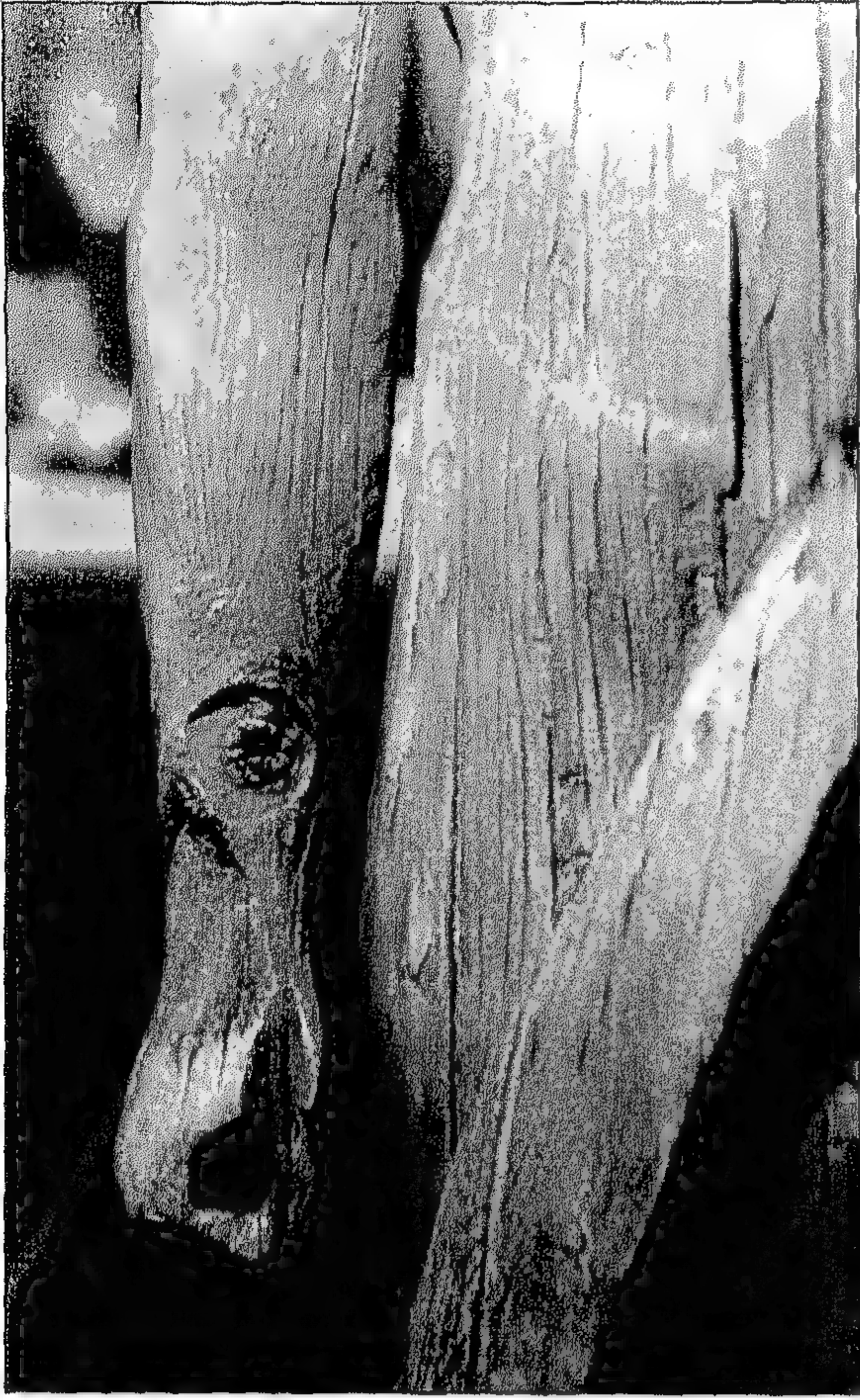
توضح الجزء المضاف بالخد الأيمن لتمثال «كاعبر» قبل وبعد عمليات الترميم .



صور رقم (١٧٧ - ب - ج)
توضح مراحل تجميع وإعادة تثبيت
الشروخ والأجزاء المنفصلة أعلى
الكتف الأيمن لتمثال «كاعبر» .



صور رقم (١١٧٨ - ب - ج)
توضح مراحل تثبيت وتدعيم الجزء
ذو الشكل المثلث المكمل لأعلى
الجانب الأيمن لظهر تمثال «كاعبر» .



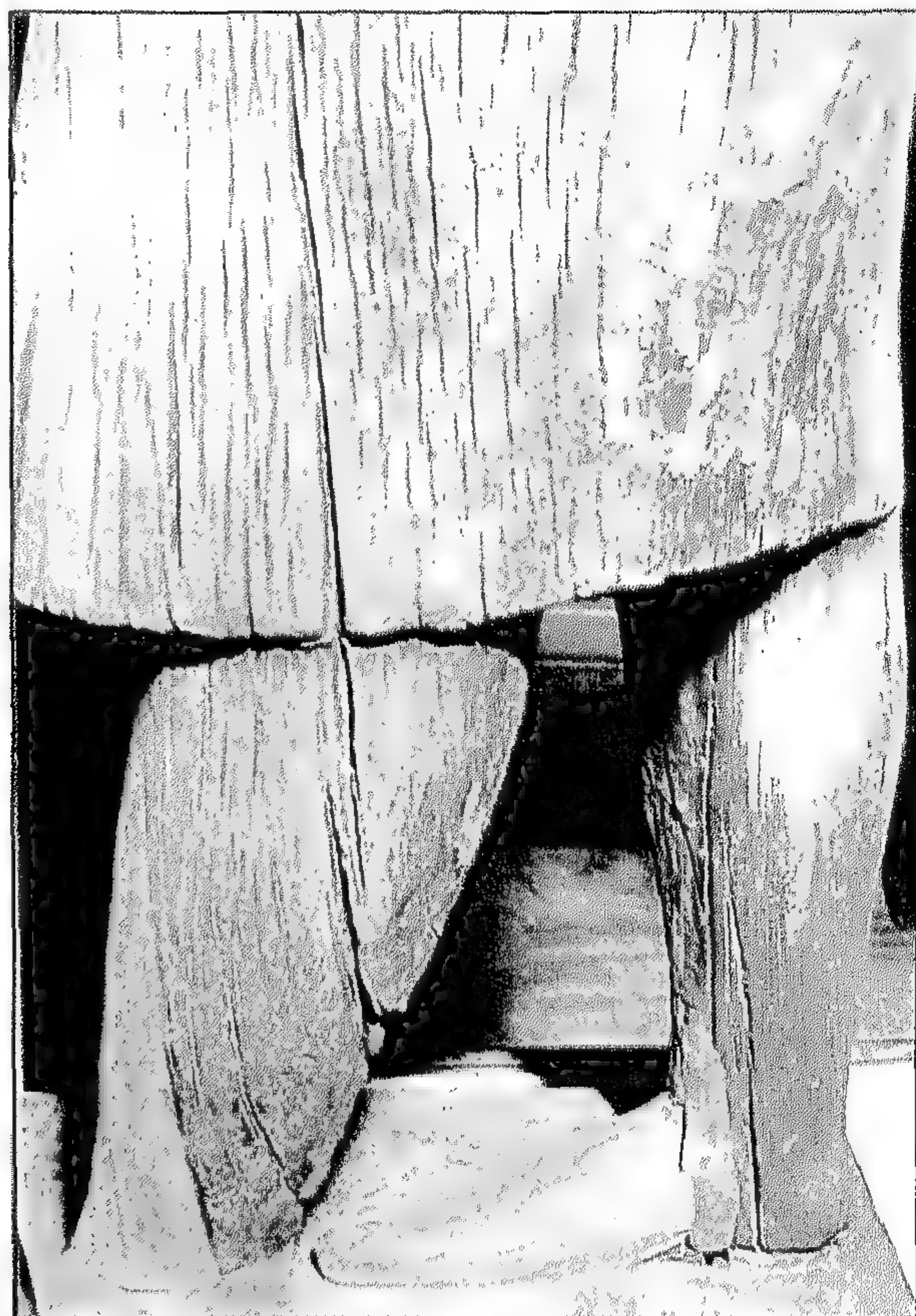
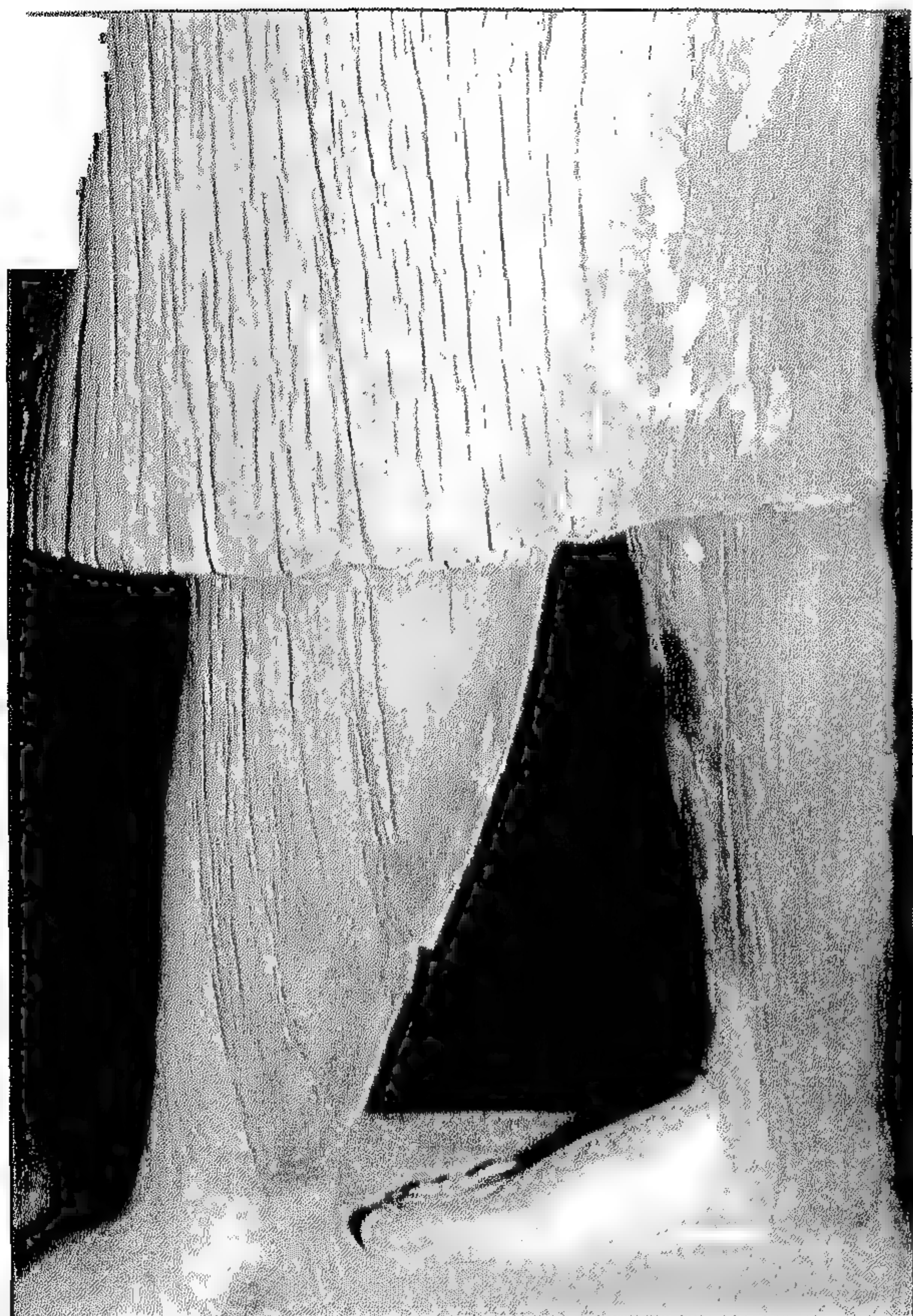
صور رقم (١٧٩ أ - ب)

توضح العقدة الموجودة أعلى اليد اليمنى والشروخ المحيطة بها قبل وبعد عمليات التدعيم.



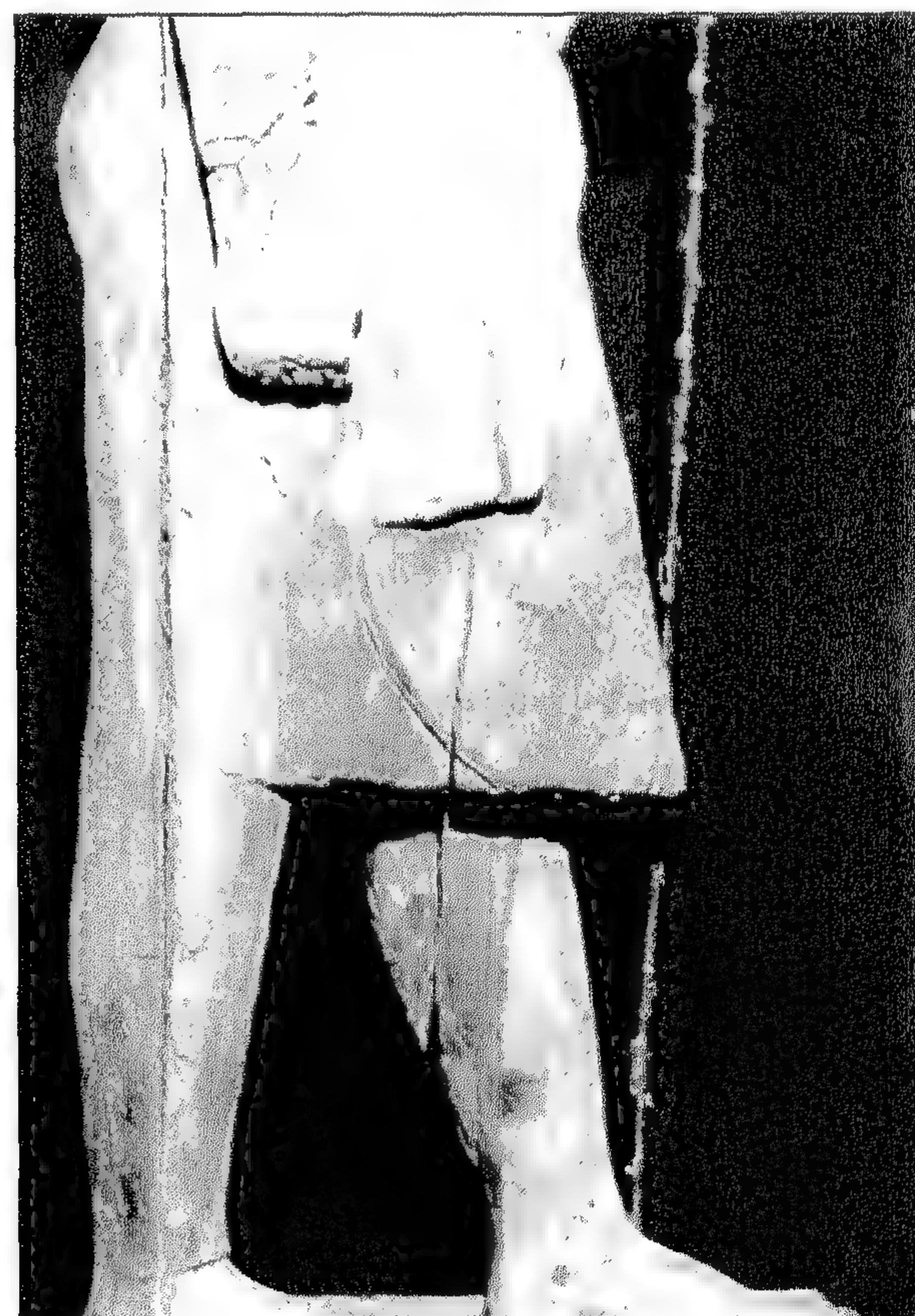
صورة رقم (١٨٠)

الجزء الدائري الغائر الذي تم تشكيله في موضع إرتكاز العصا على القاعدة.



صورة رقم (١٨١ - ب)

توضح جزء من الشرخ شبه المتصل بالجانب الأيسر لجسم تمثال «كاعبر» قبل وبعد عمليات التدعيم .



صورة رقم (١٨٢ - ب)

توضح الشرخ الطولى بالجانب الأيمن لجسم تمثال «كاعبر» قبل وبعد عمليات التدعيم .



صورة رقم (١٨٣ - ب)
توضح قبضة اليد اليسرى لتمثال
«كاعبر» قبل وبعد عمليات التقوية
والتدعيم.



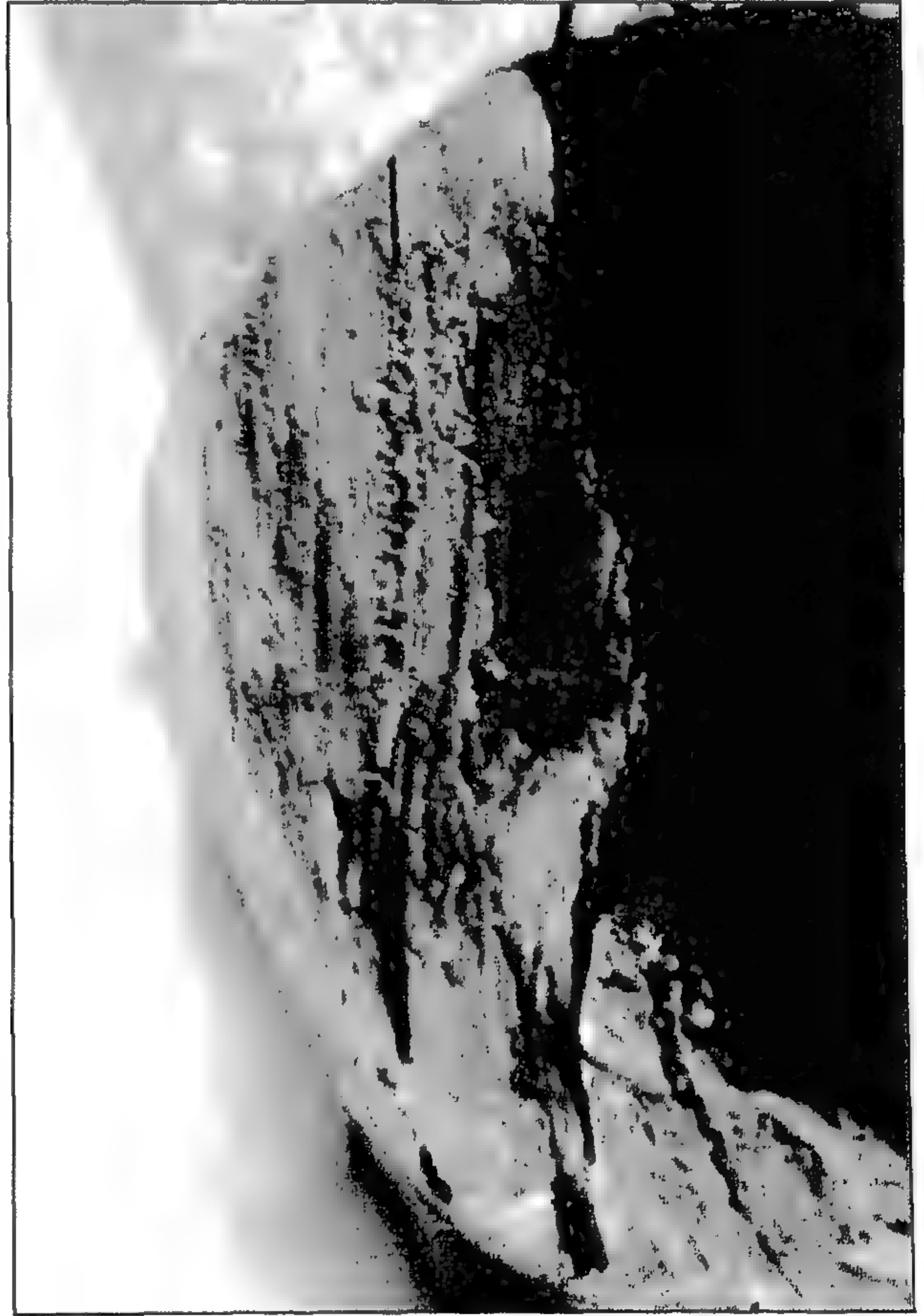
صورة رقم (١٨٤)

الذراع الأيسر بعد فصل الساعد عن العضد ، وتشير الأسهم إلى الأجزاء المثبتة في غير موضعها الصحيح.



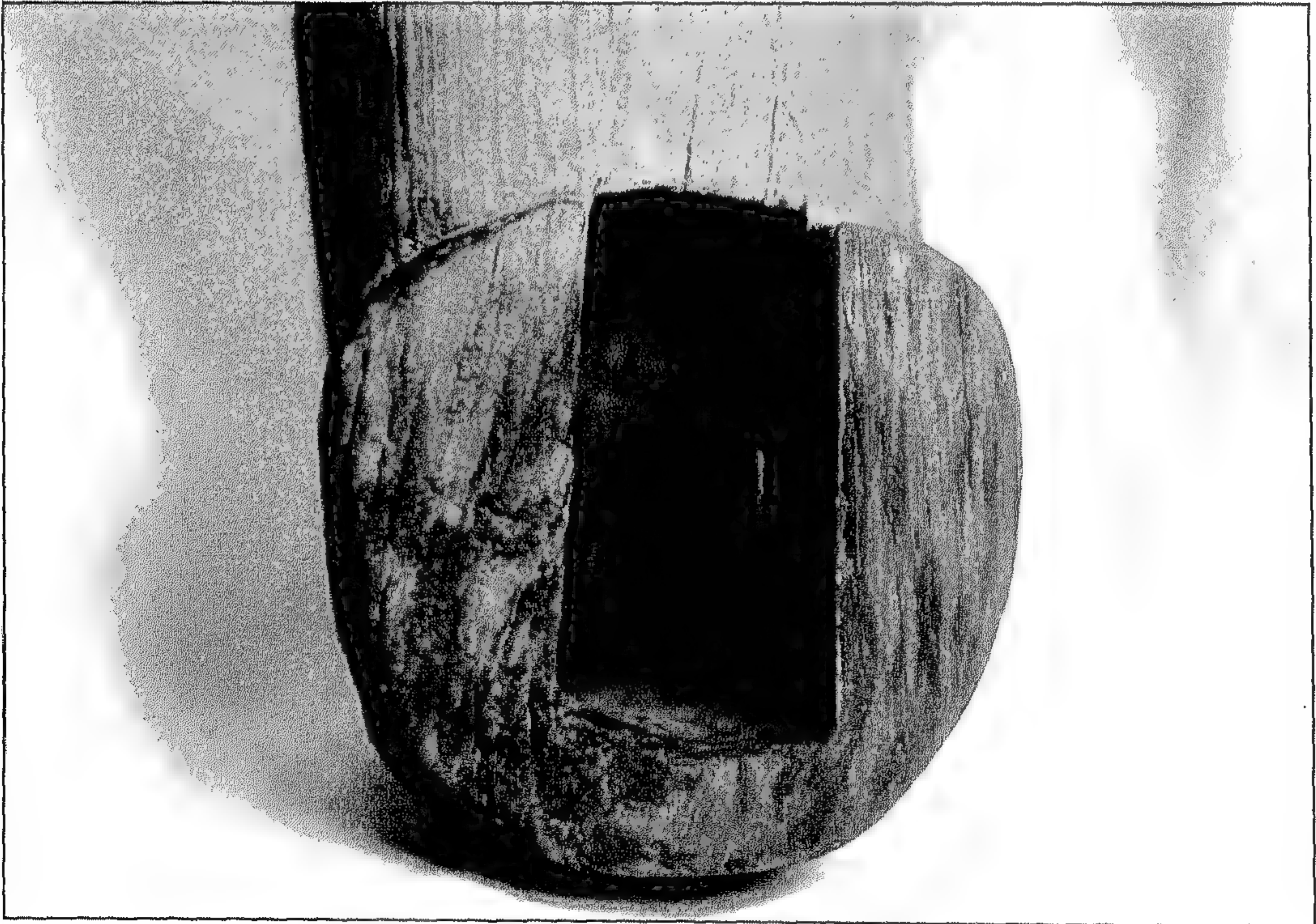
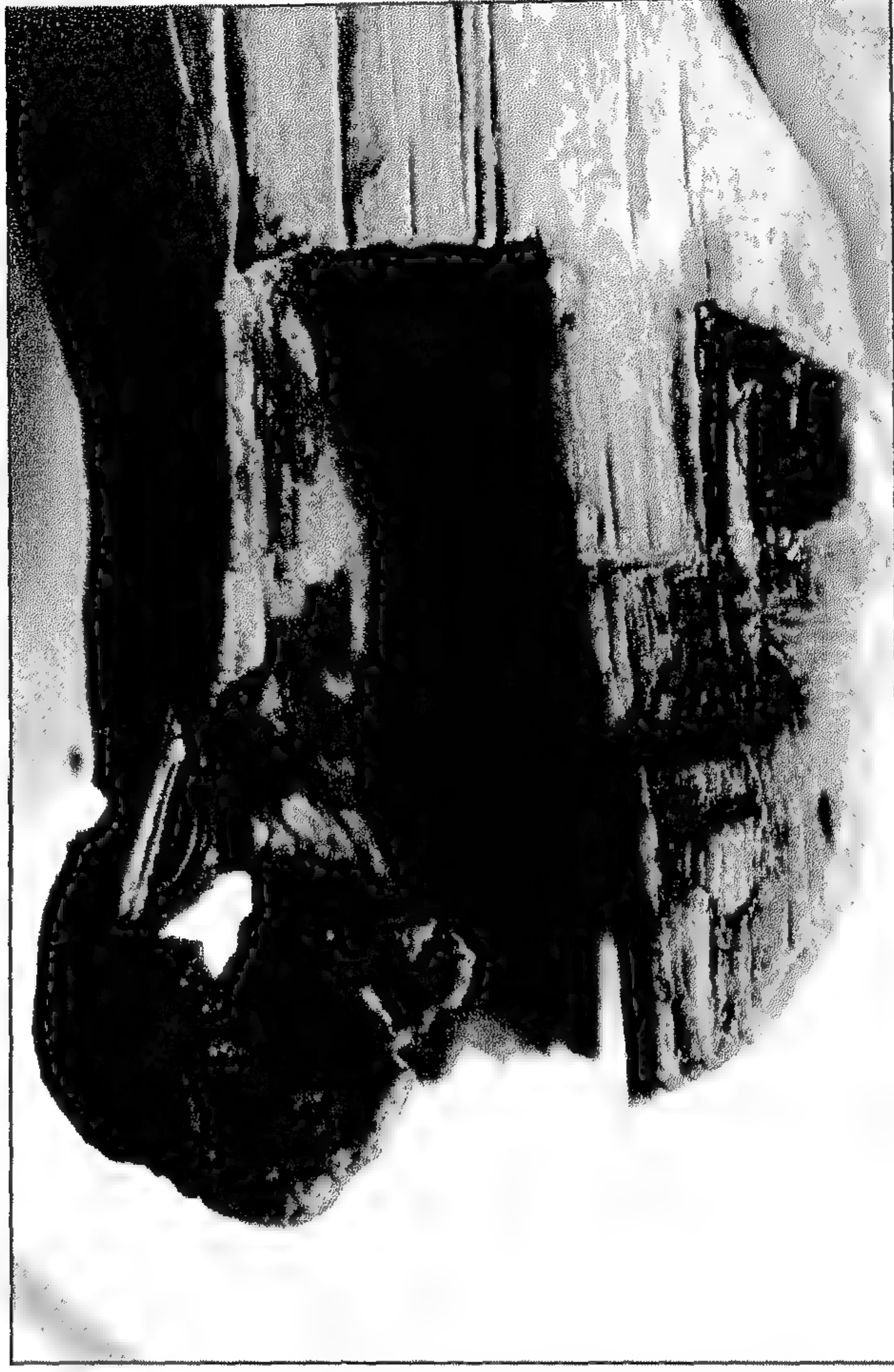
صورة رقم (١٨٦)

الجزء المستكمل بخشب البلسا عند موضع اتصال العضد بالساعد من الخارج.



صورة رقم (١٨٥)

توضح مدى تطابق الجزء الذي كان مثبتا بالجانب الخارجى لخط اتصال جزئى الذراع الأيسر معاً ، مع الجانب الداخلى للعضد وذلك بعد فصل الأجزاء التى كانت مثبتة في غير موضعها الأصلي.

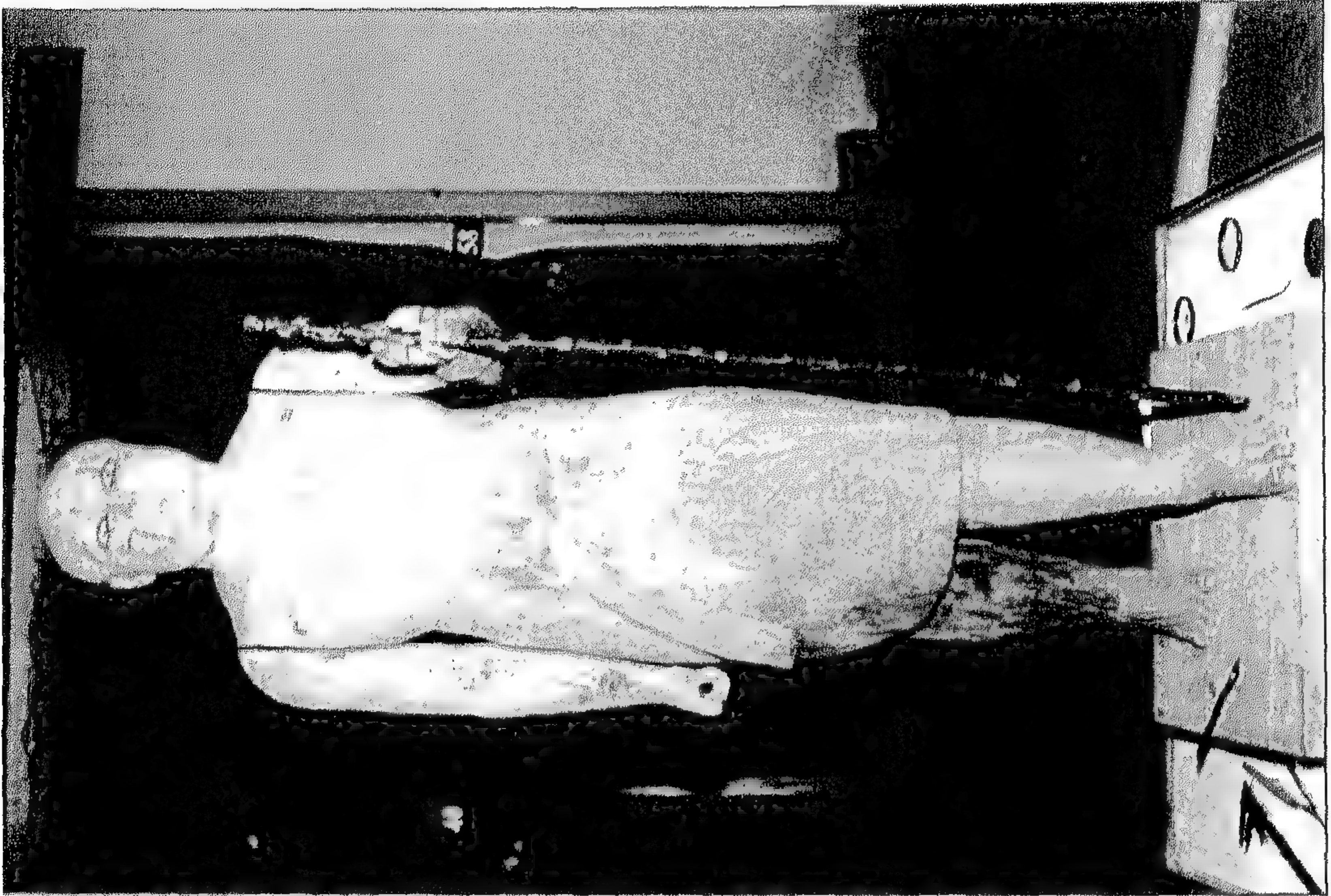
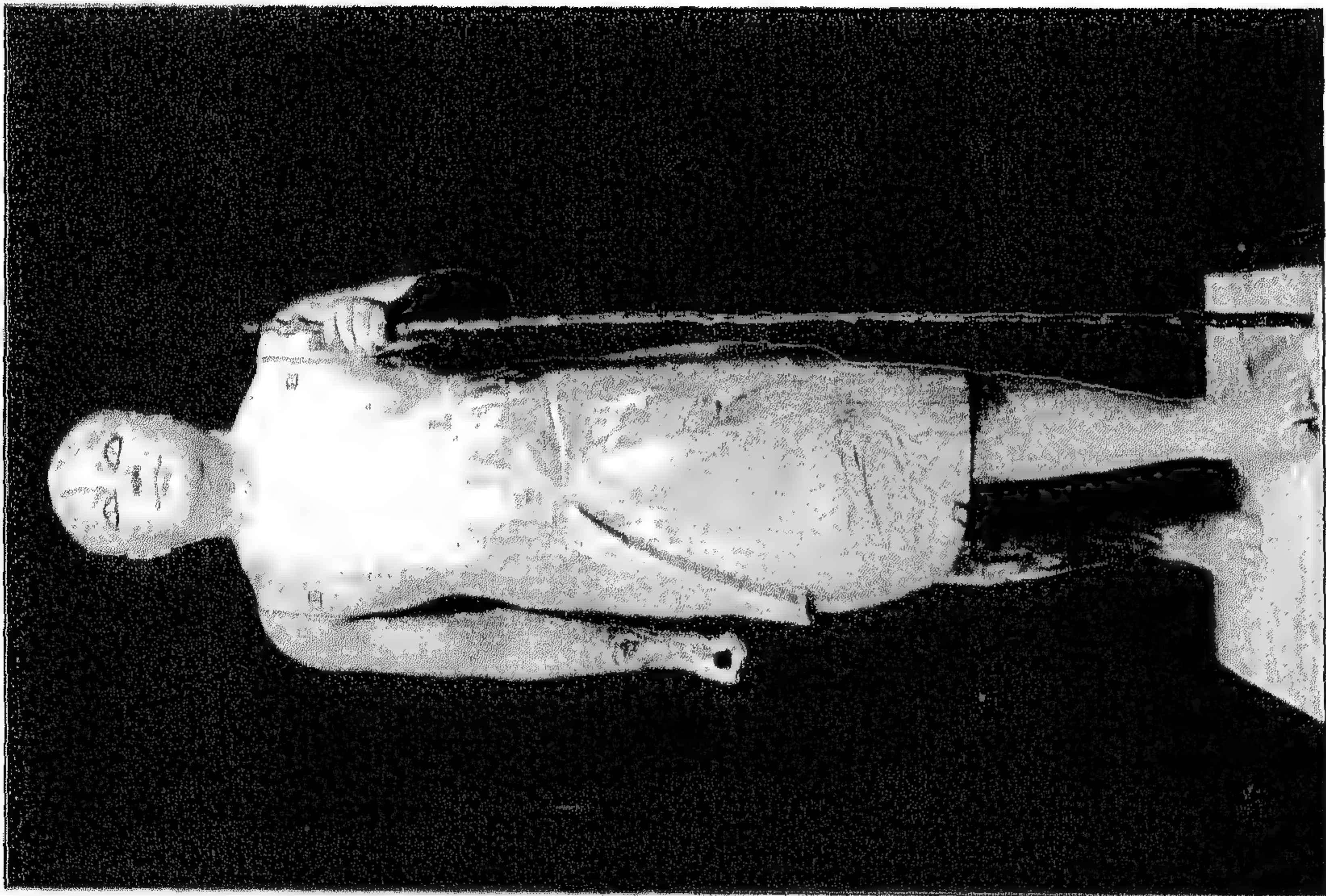


صور رقم (١٨٧ - ب)
توضح سطح اتصال ساعد الذراع الأيسر بتمثال «كاعبر» بالمعصد قبل وبعد انتهاء عمليات الترميم .



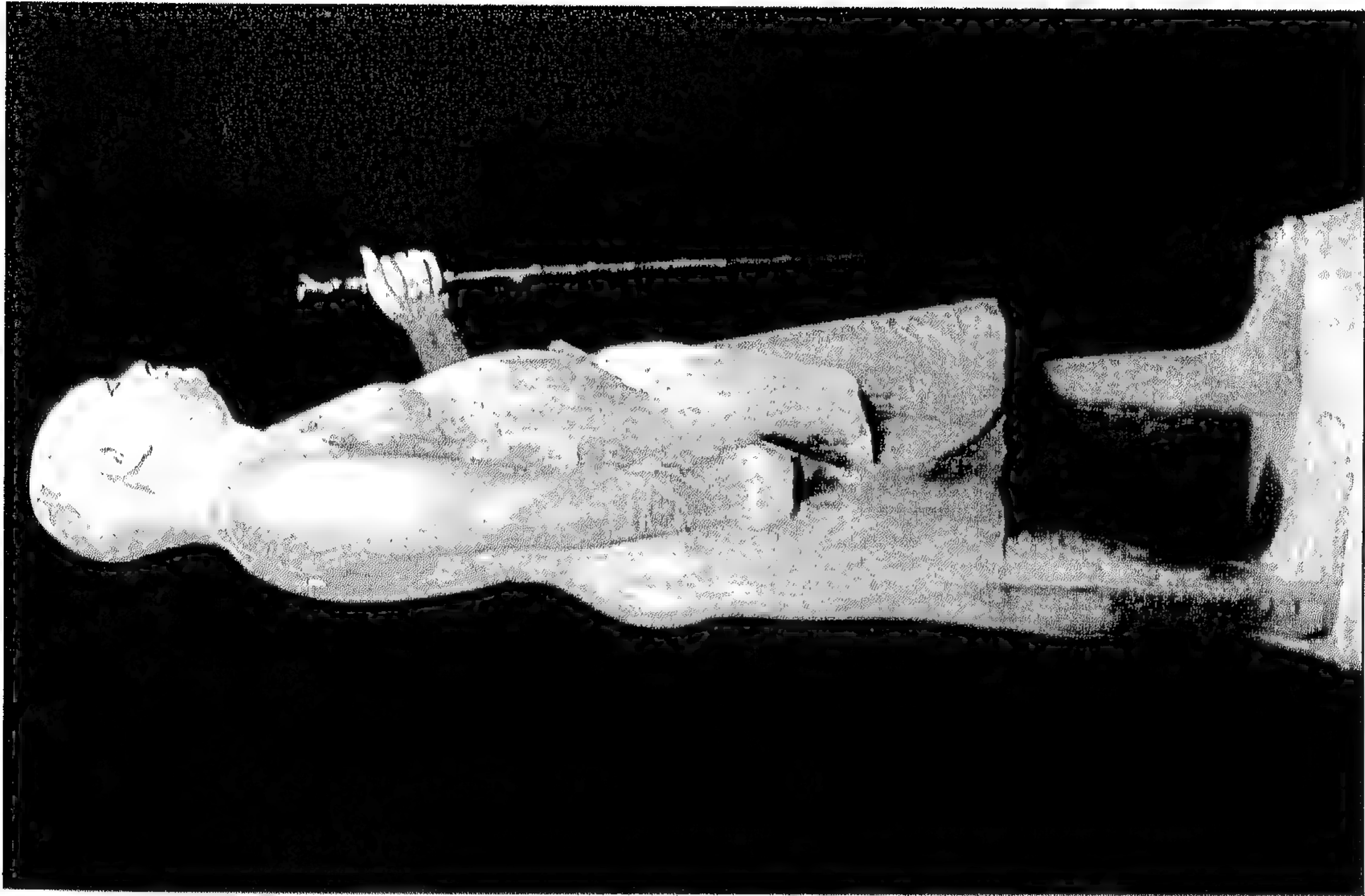
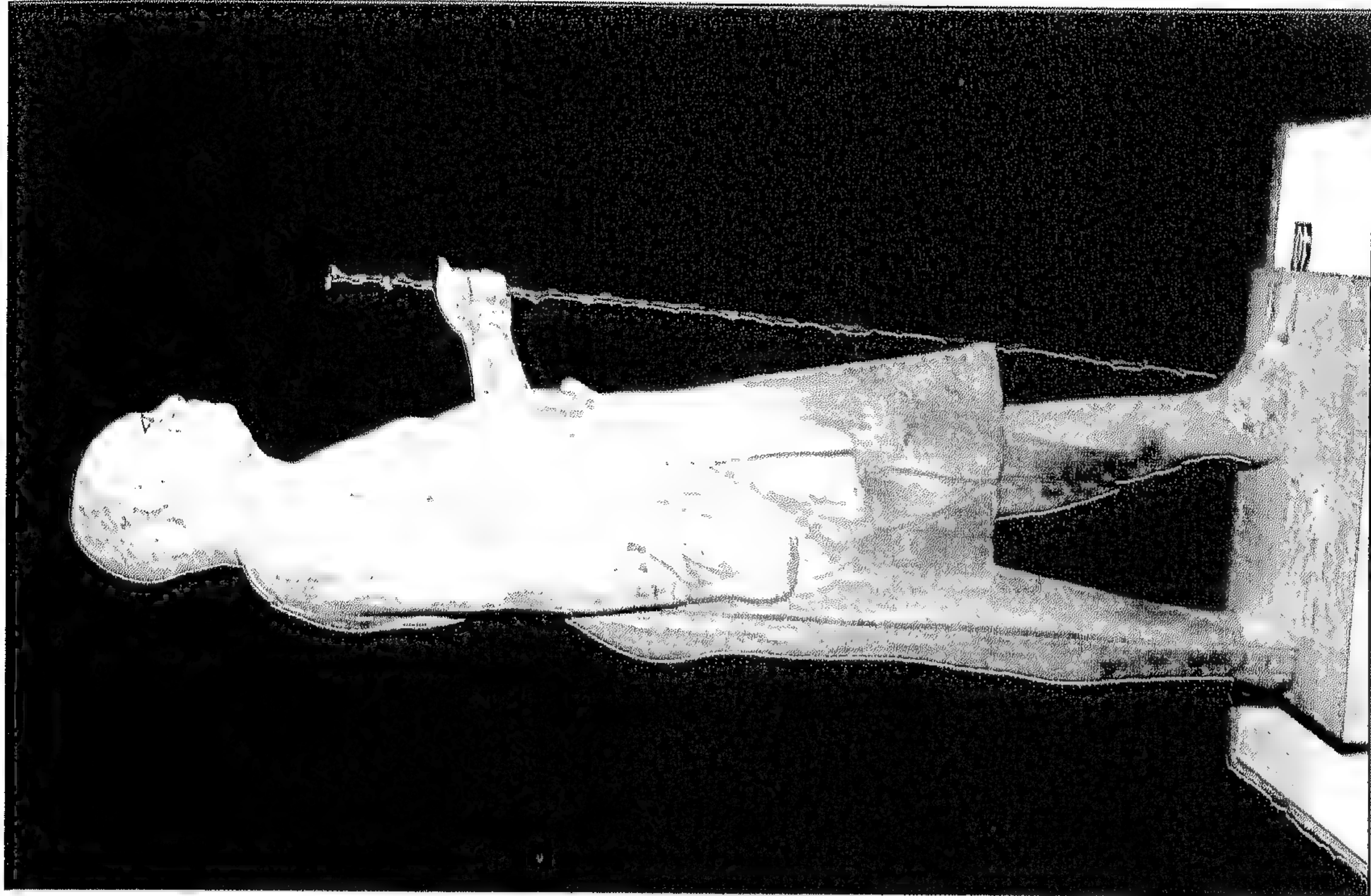
صور رقم (١١٨٨ - ب)

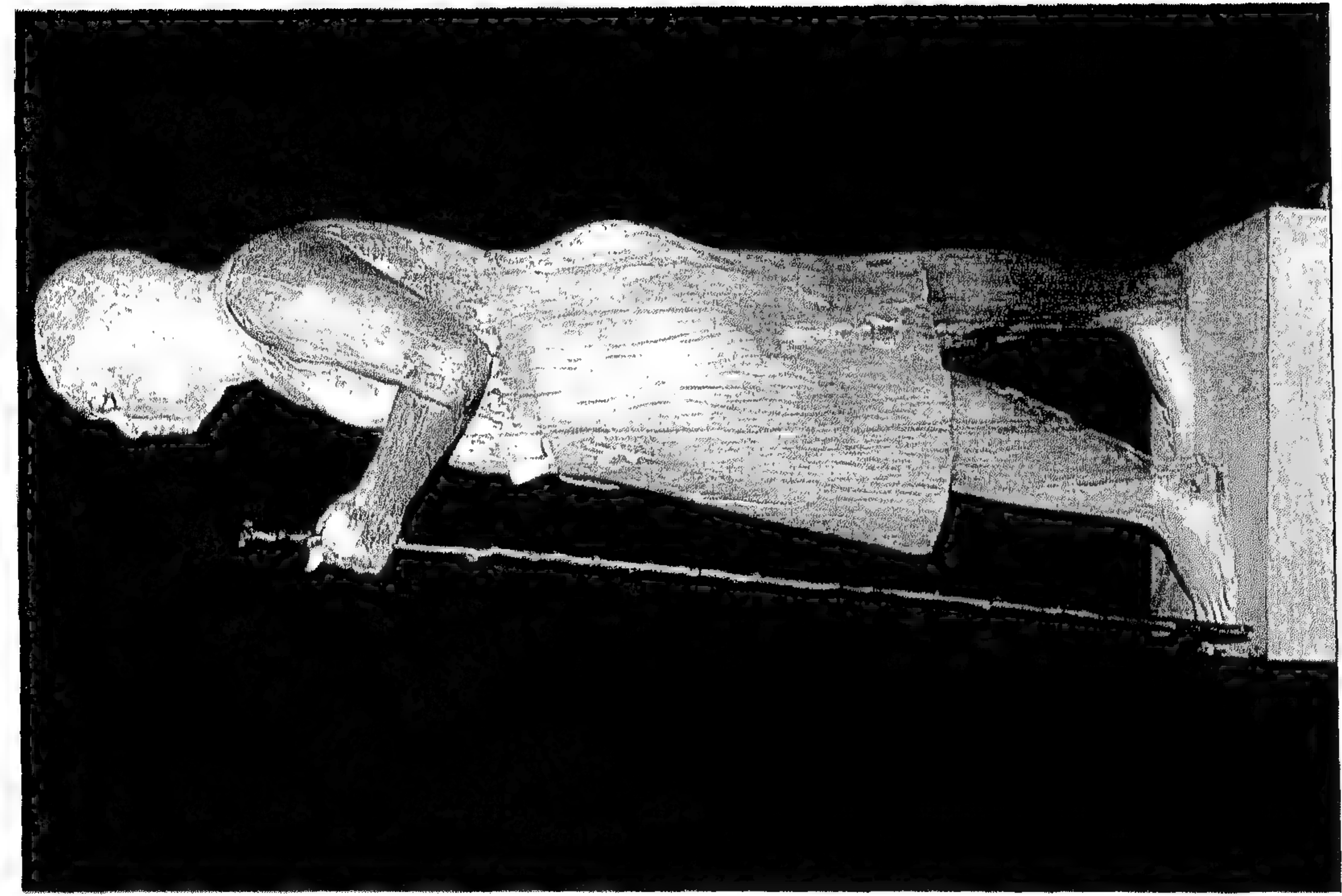
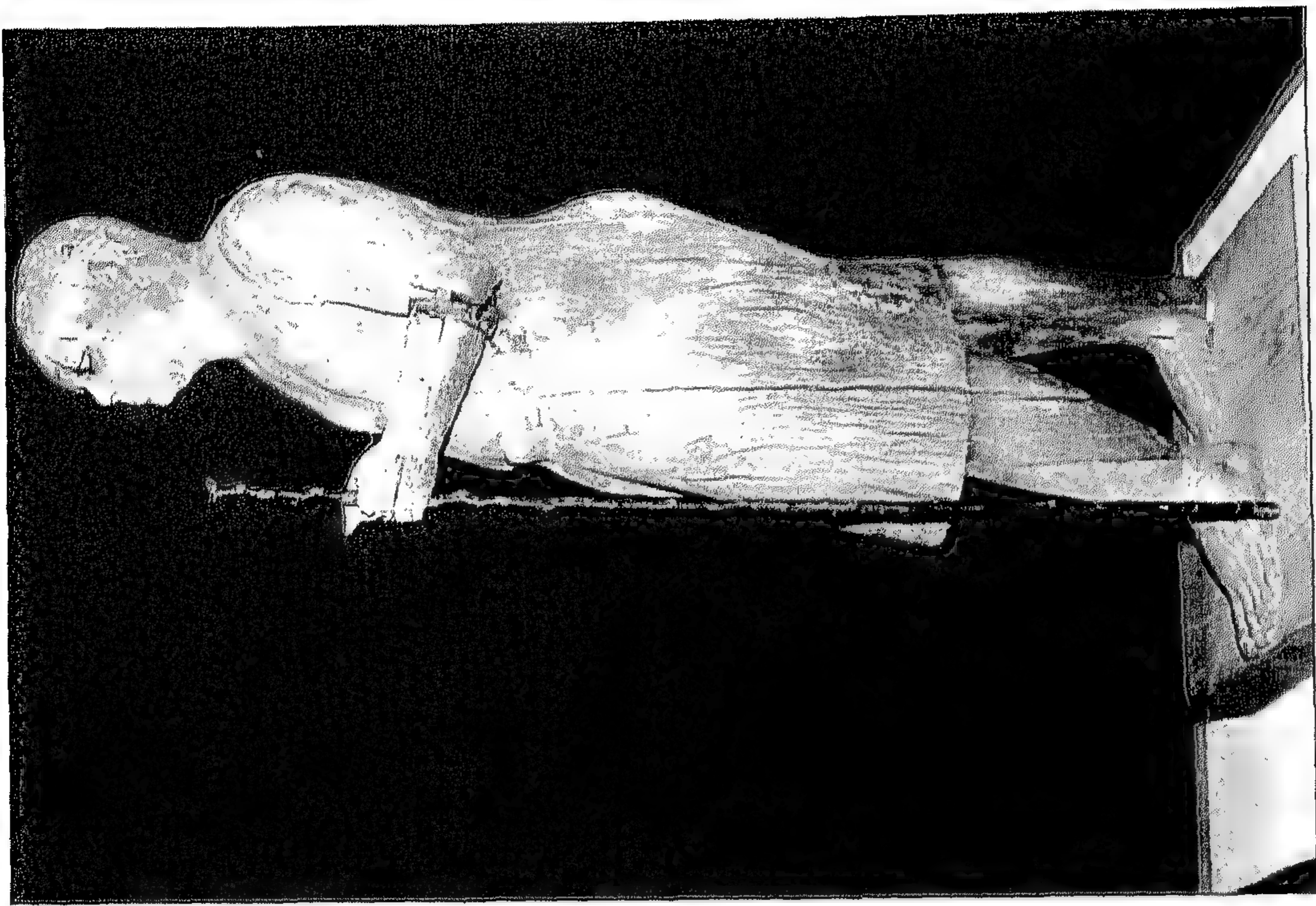
توضح الذراع الأيسر بتمثال «كاعبر» قبل وبعد الانتهاء من عمليات الترميم.



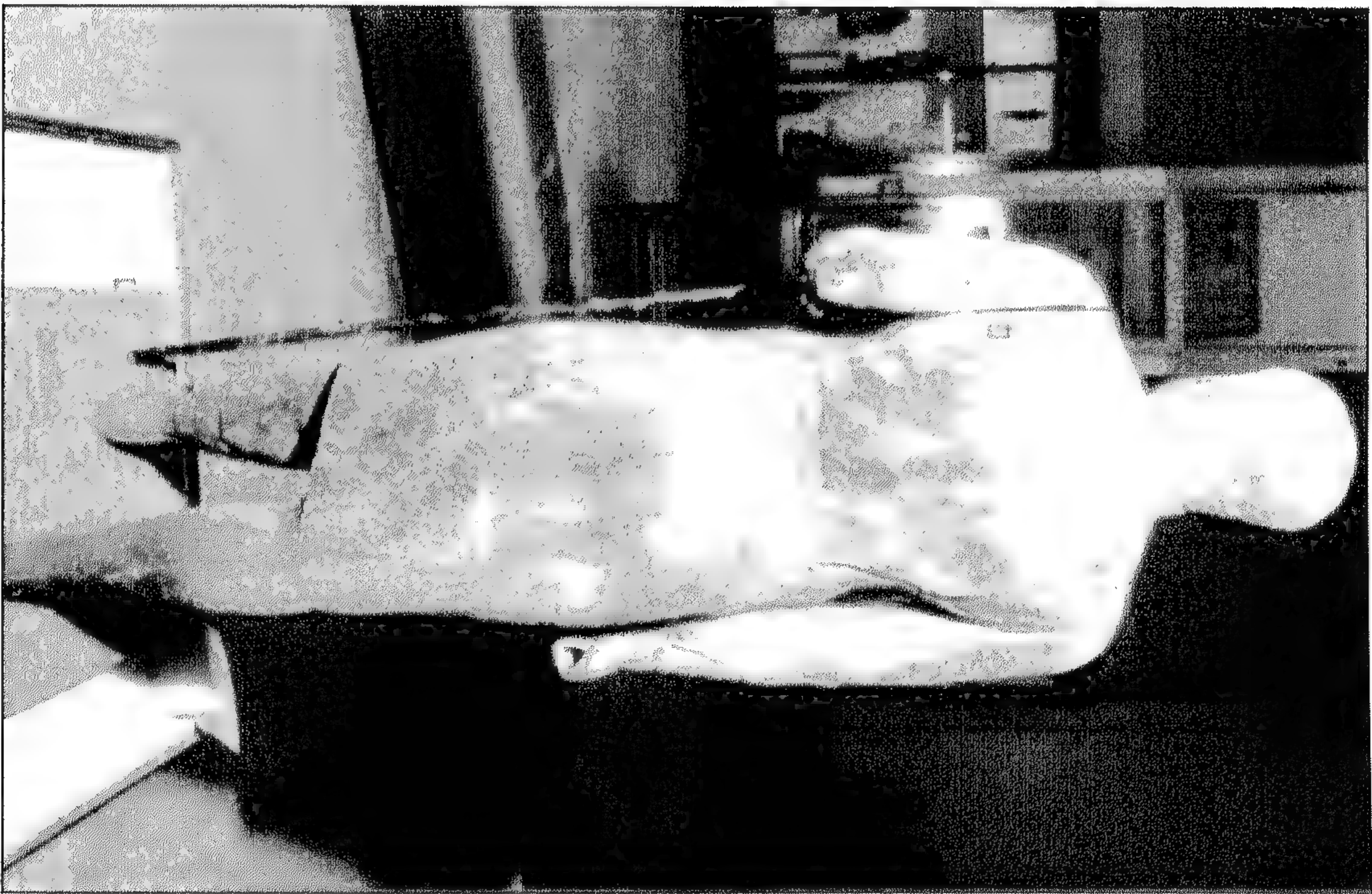
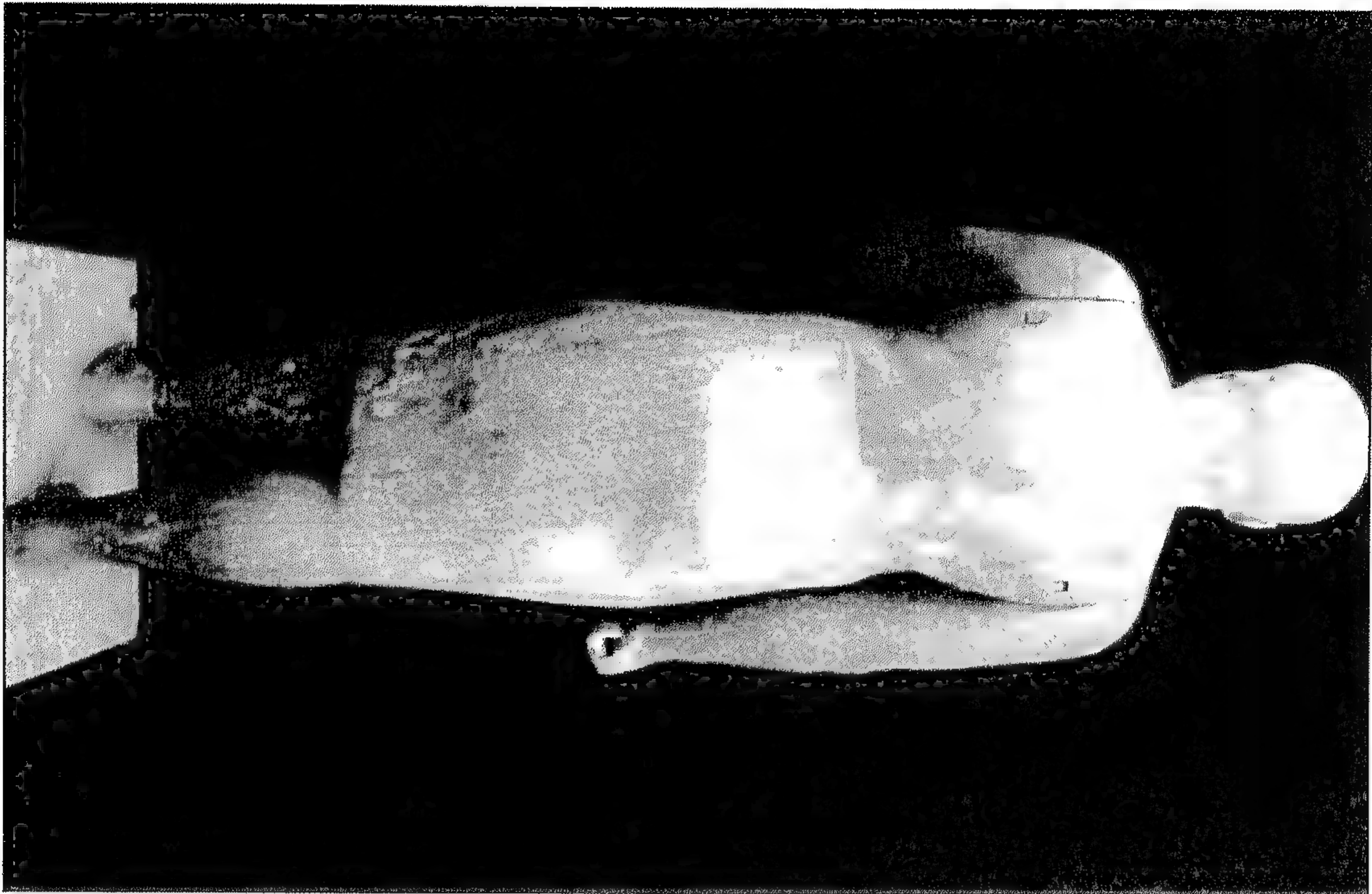
صورة أمامية لتمثال كاعبر، قبل وبعد عمليات الترميم.
صور رقم (١٨٩ - ب)

الجانب الأيمن لتمثال «كاعبر» قبل وبعد عمليات الترميم.
صور رقم (١٩٠ أ - ب)





توضيح الجانب الأيسر لتمثال «كاعبر» قبل وبعد عمليات الترميم.
صور رقم (١١١ أ - ب)



صور رقم (١١٩٢ - ب)

صورة خلفية لتمثال «كاعبر» قبل وبعد عمليات الترميم.

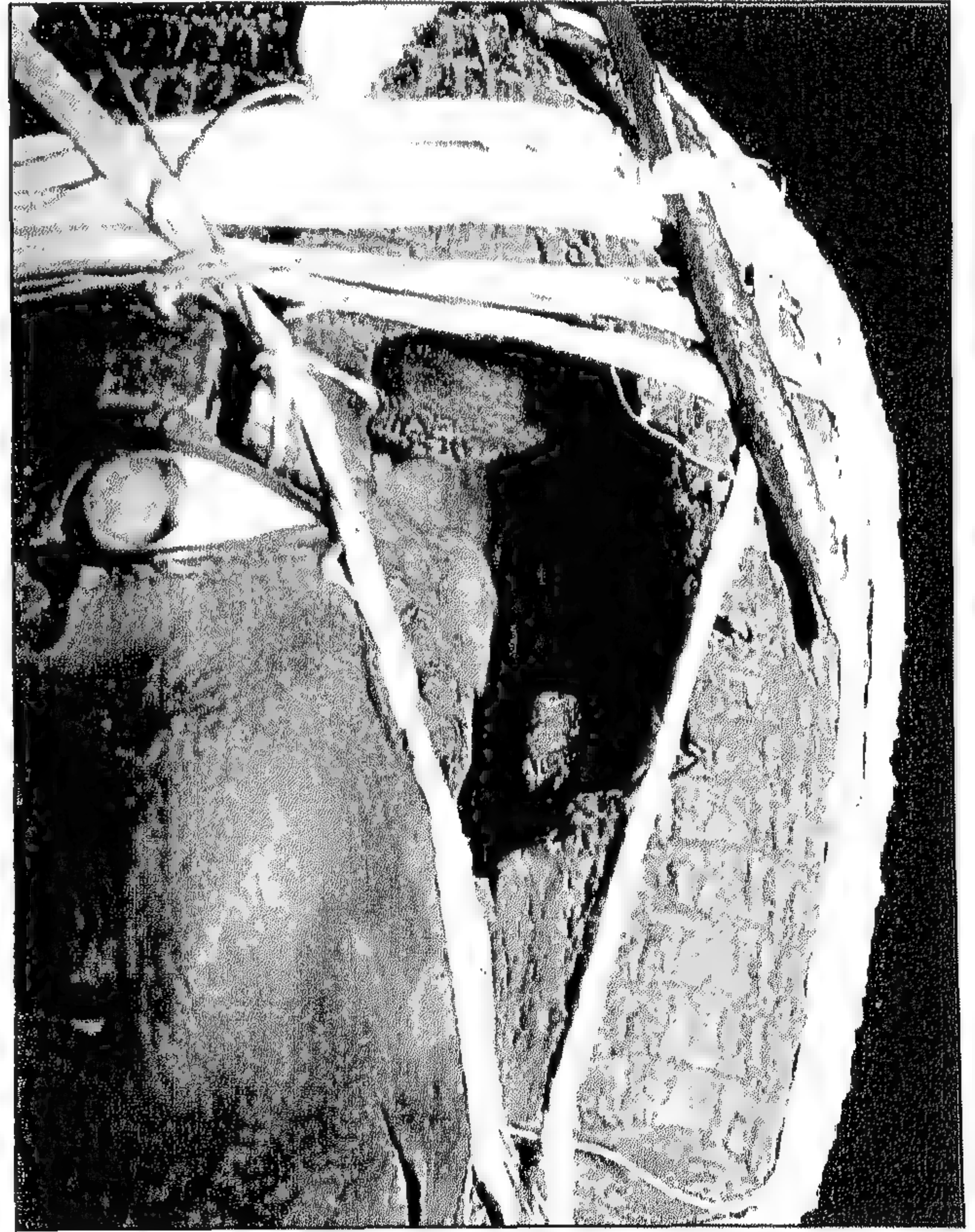


صوررقم (١٩٣-ب)
وجه تمثال «كاعبر» قبل وبعد عمليات الترميم.



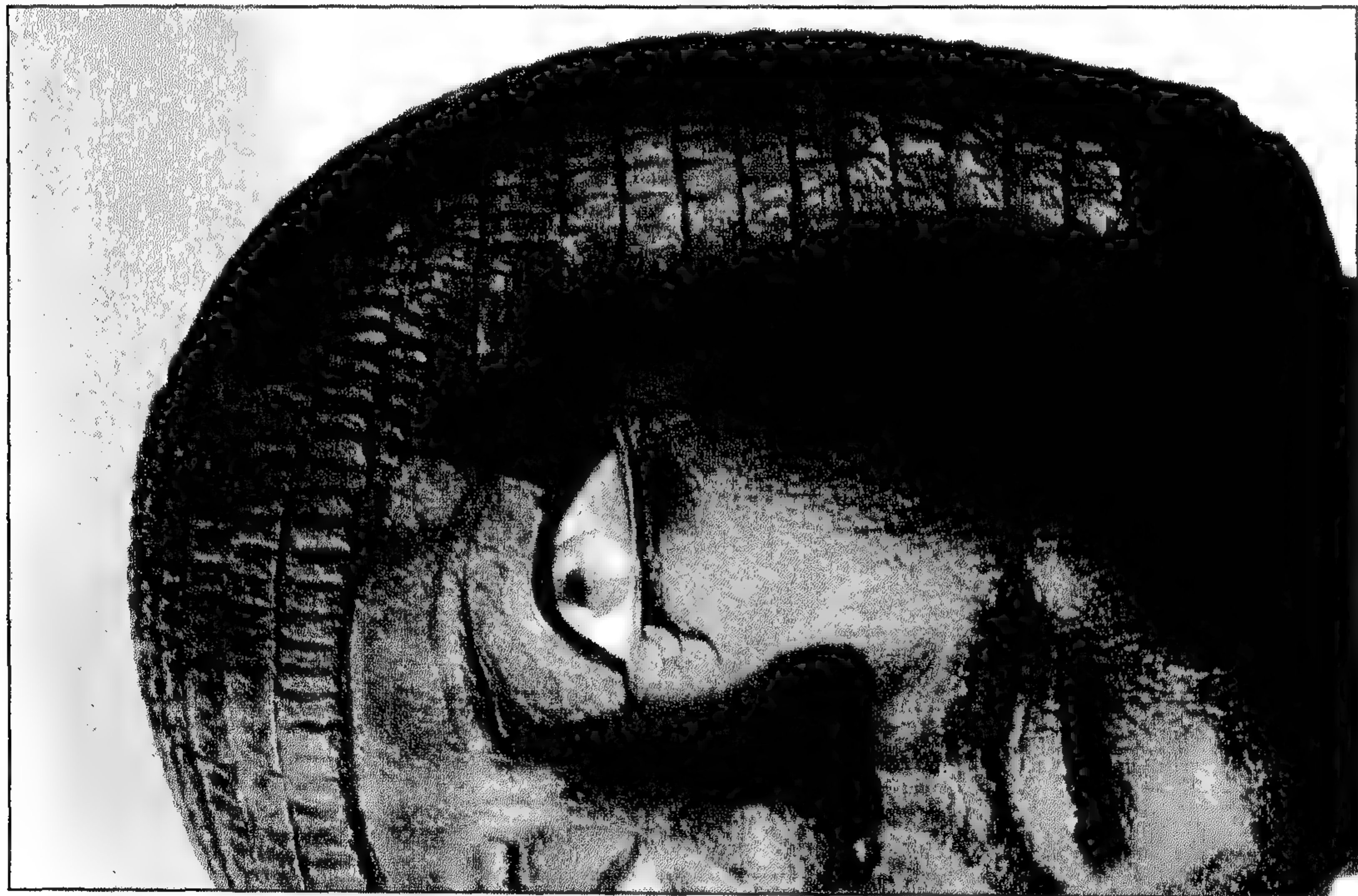
صورة رقم (١٩٤)

توضح وجه تمثال الشاب أثناء عمليات التنظيف وقبل فصل الأجزاء المضافة بالجانب الأيسر للوجه.

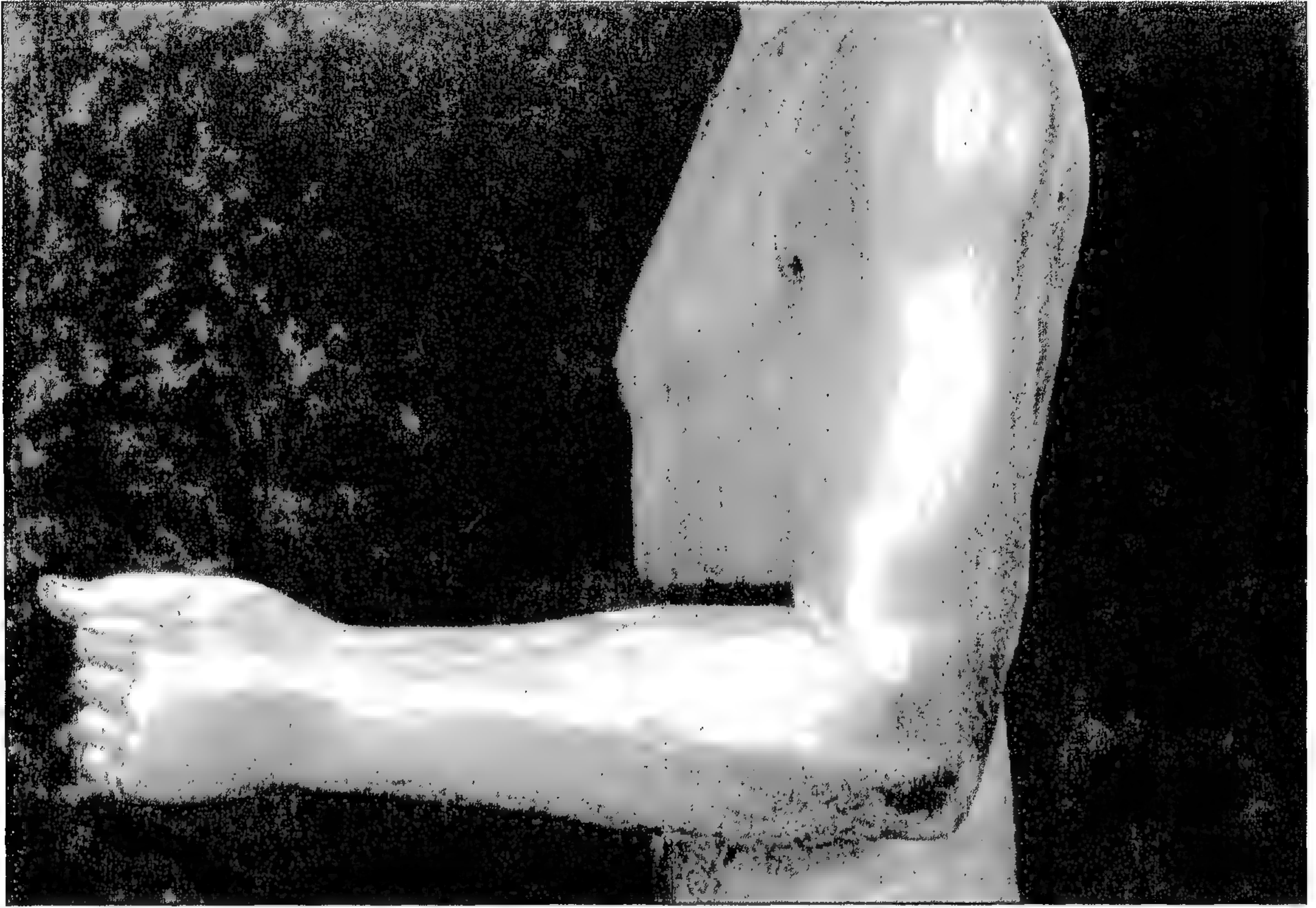


صورة رقم (١٩٥ - ب)

رأس تمثال الشاب أثناء عمليات استبدال وتقريب الشرخ الممتد من أعلى تطعيم العين اليسرى وذلك بعد فصل الأجزاء المضافة بشراغ الجانب الأيسر للوجه وأعلى يسار الشرخ.

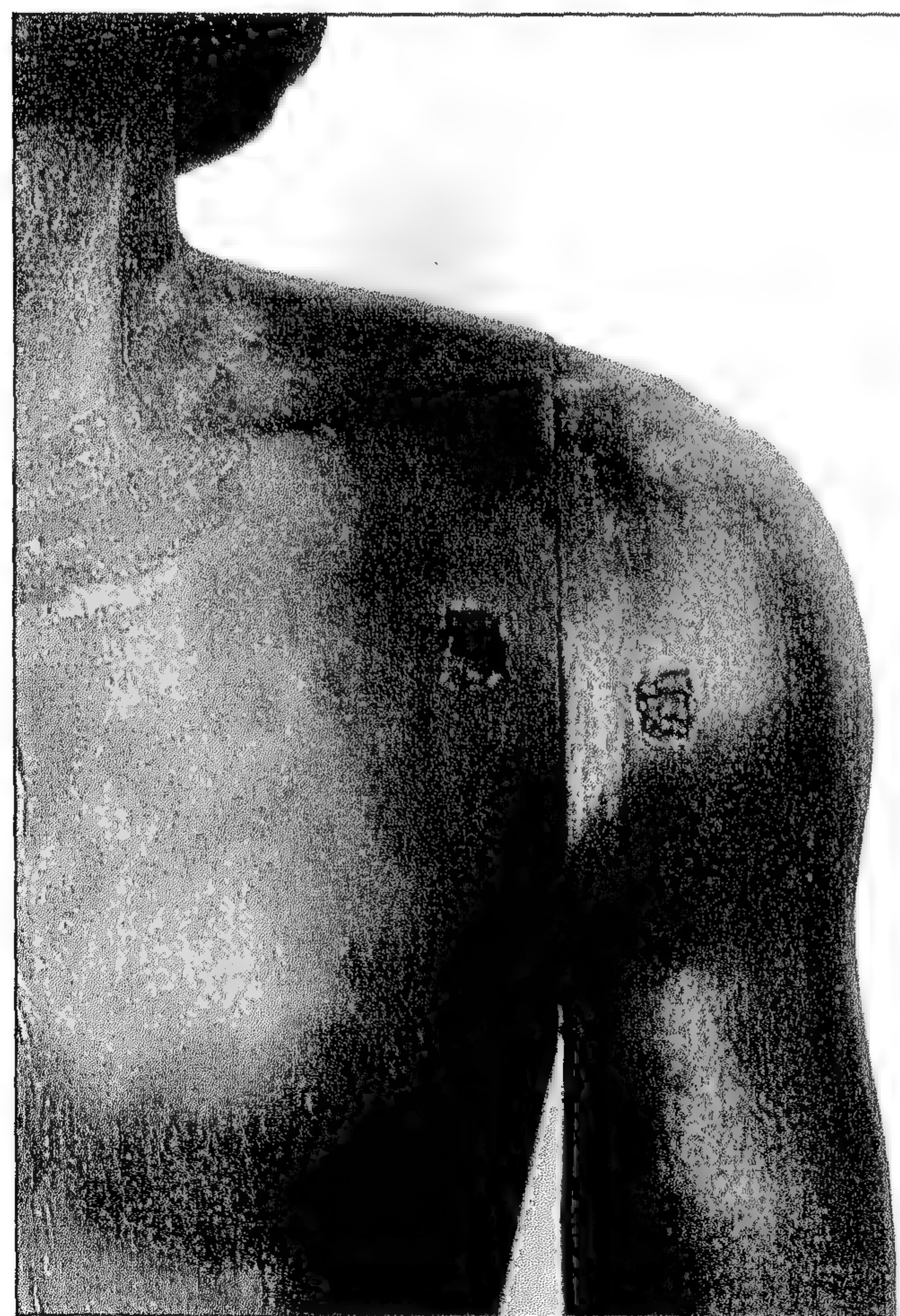


صورة رقم (١٩٦ أ - ب)
الجانب الأيسر لرأس تمثال الشاب قبل وبعد عمليات الترميم.



صورة رقم (١١٩٧ - ب)

الذراع الأيسر والقطاع المنشور بتمثال الشاب بعد الانتهاء من عمليات التدعيم.



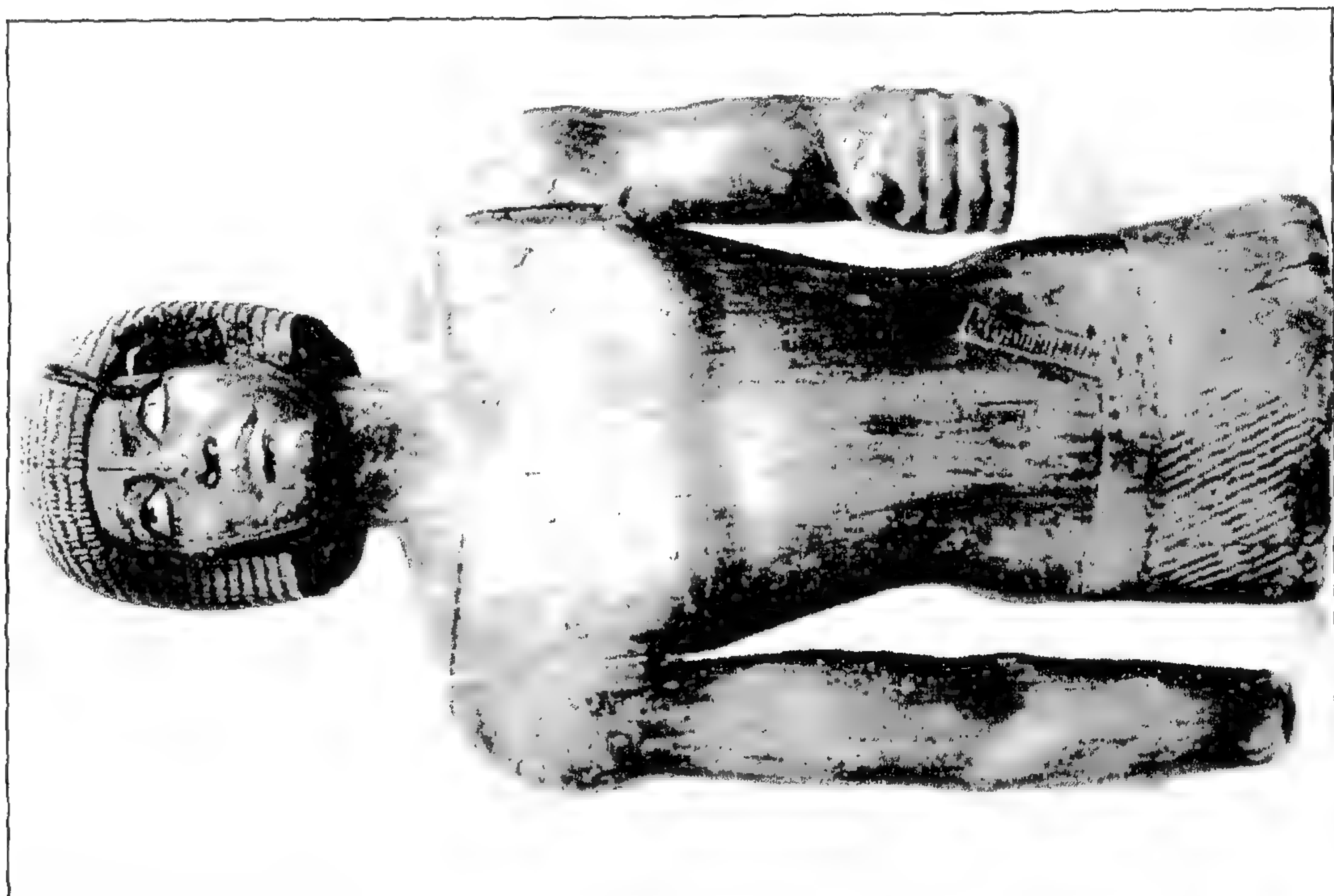
صورة رقم (١١٩٨ - ب)

موضع اتصال الذراع الأيسر بكتف
تمثال الشاب أثناء وبعد الانتهاء من
عمليات الترميم.

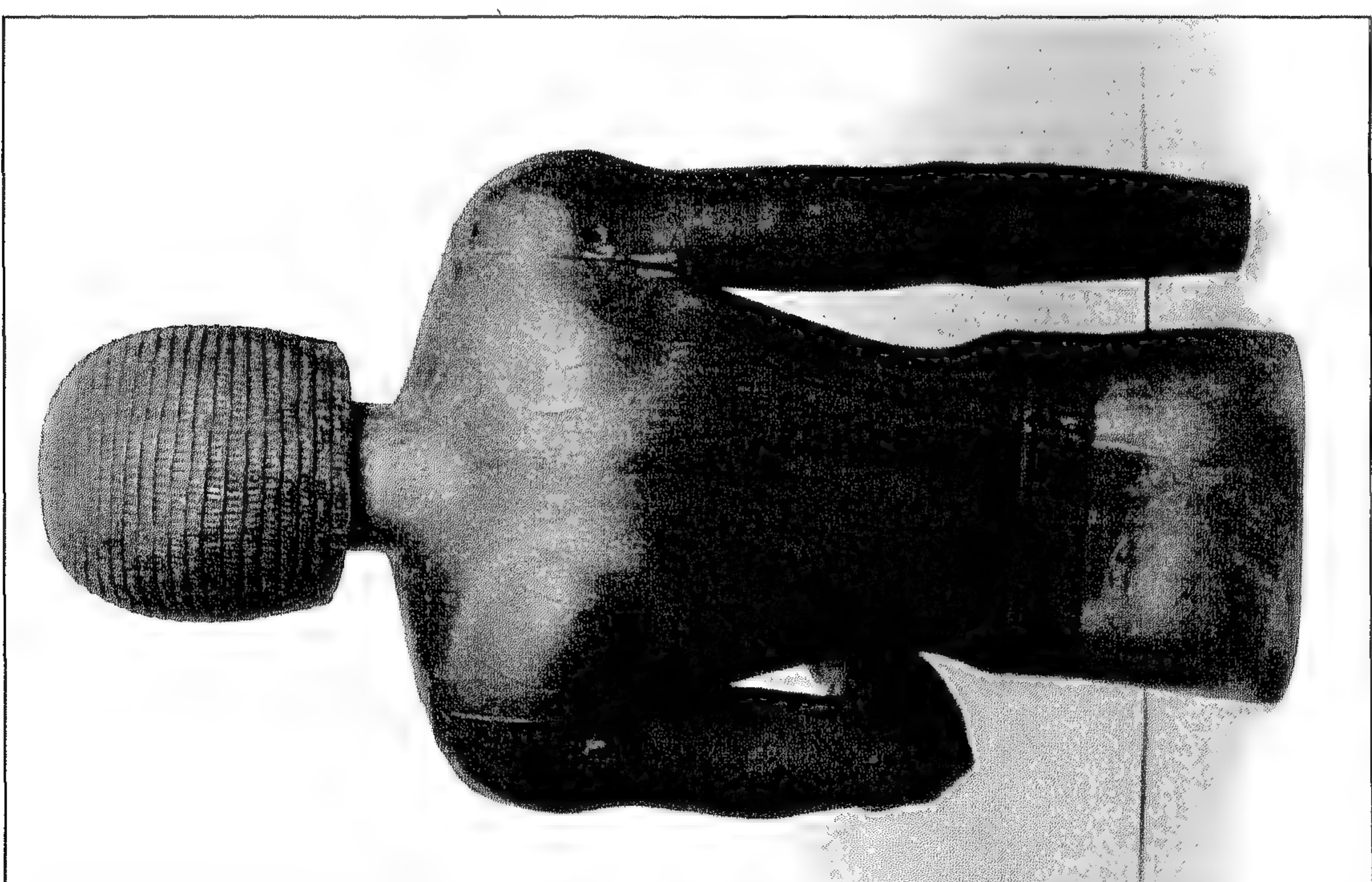
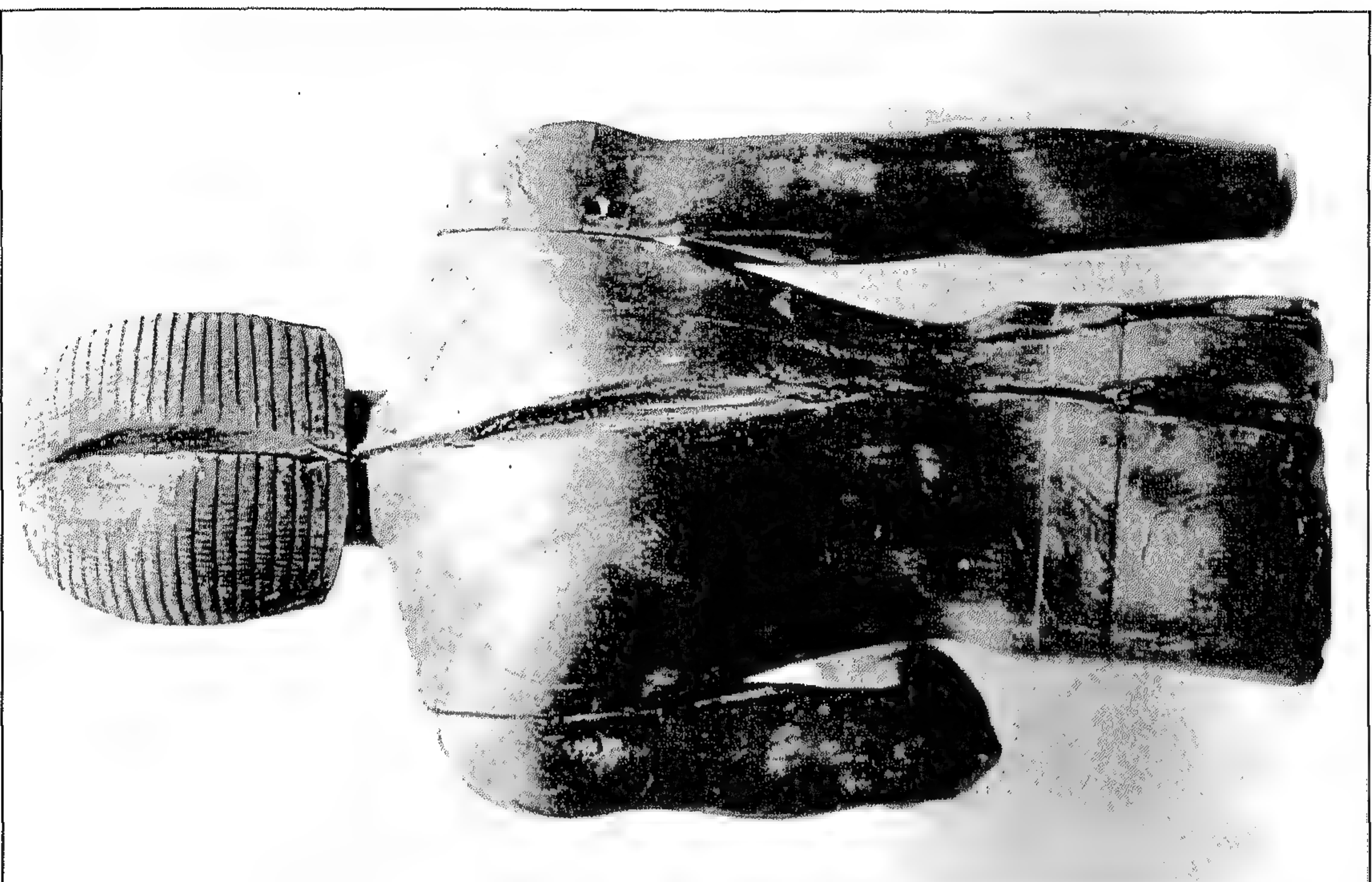


صور رقم (١١٩٩ - ب - ج)

توضح عمليات تدعيم وتثبيت الذراع الأيمن لتمثال الشاب بالكتف عن طريق عمل بديل للخوابير الخشبية المفقودة والمفتتة.

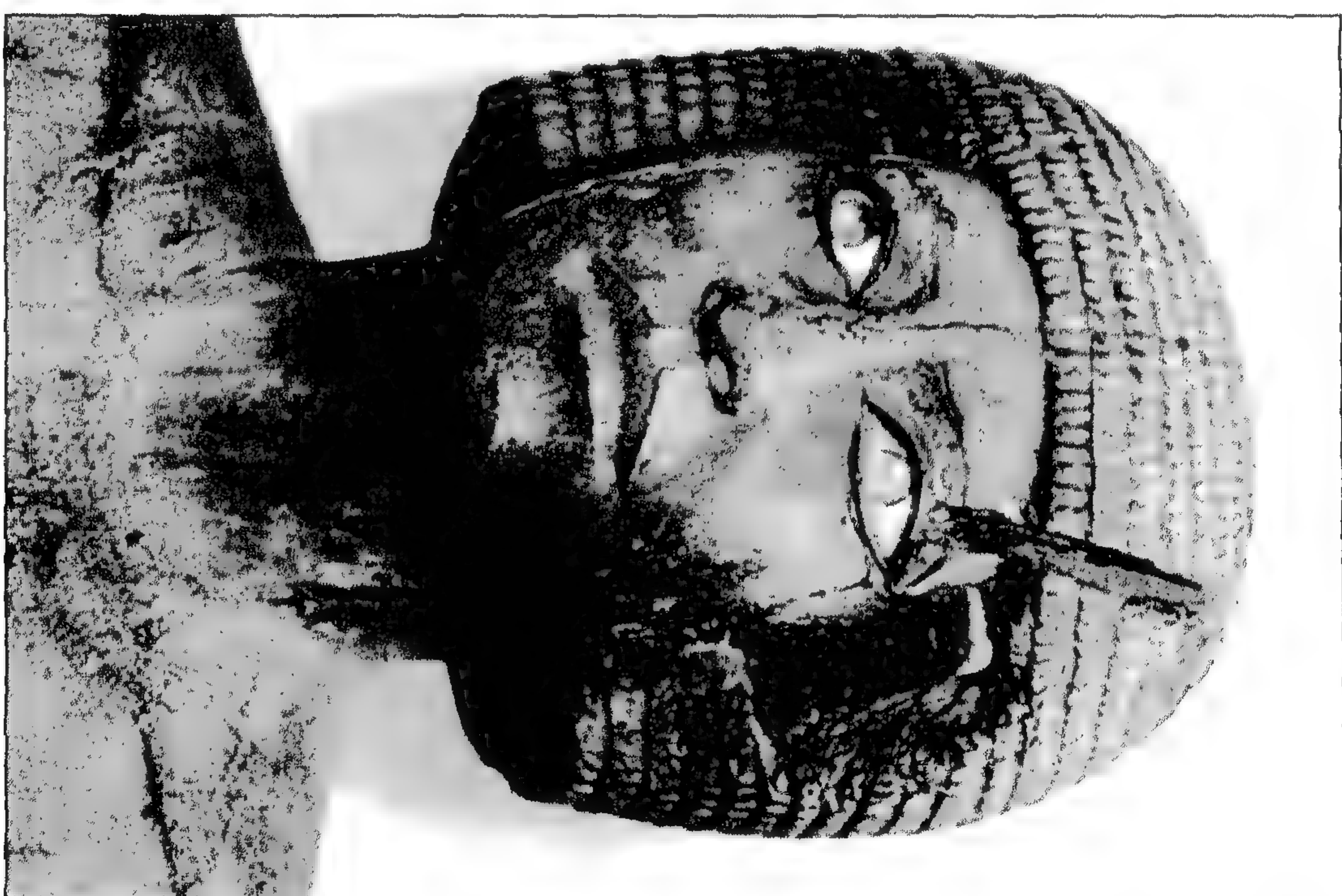


تمثال الشاب قبل وبعد عمليات الترميم.
صورة رقم (٢٠٠ - ب)



منظر خلفي لتمثال الشاب قبل وبعد عمليات الترميم.

صورة رقم (٢٠١ أ - ب)



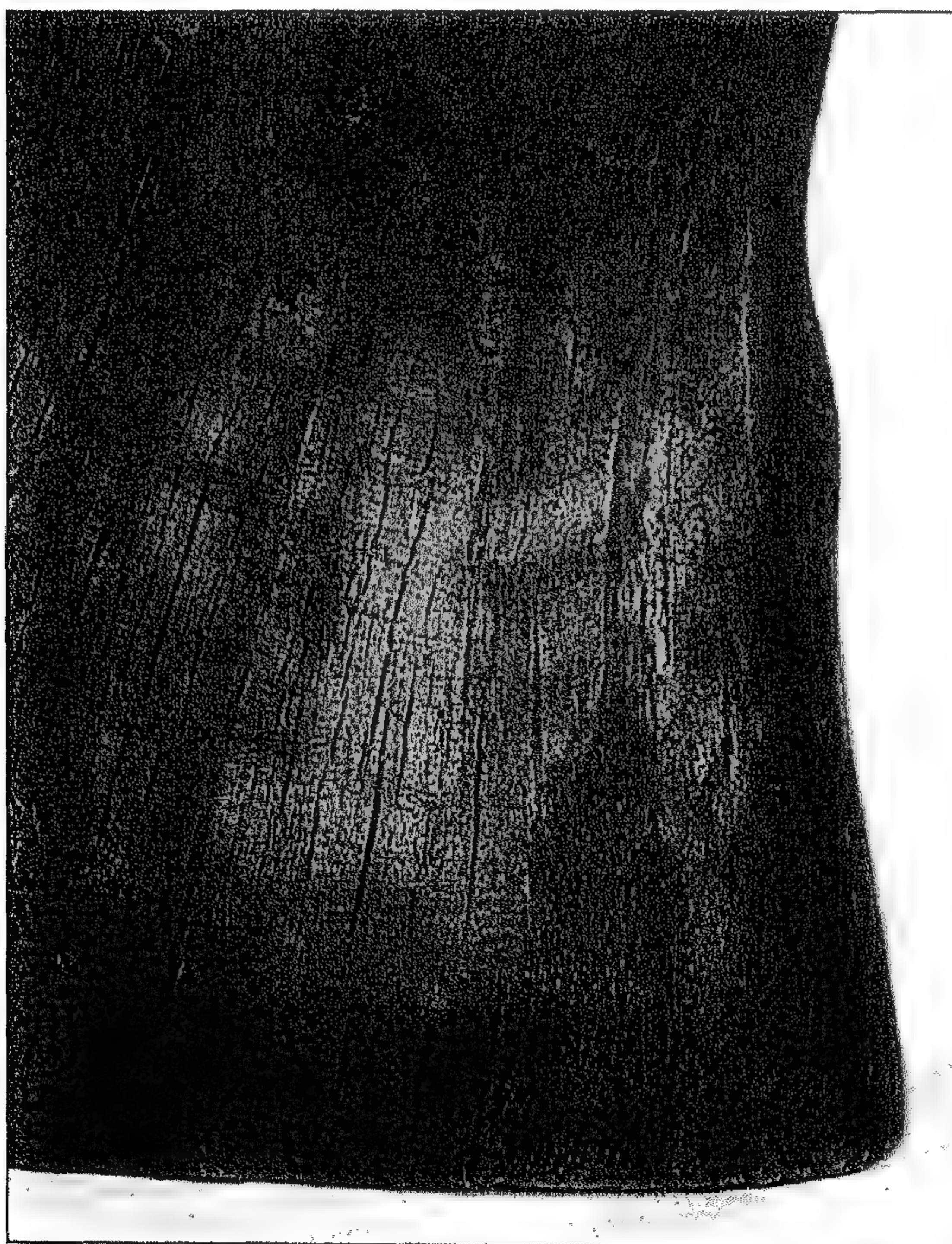
صورة رقم (٢٠٢ أ-ب)

وجه تمثال الشاب قبل وبعد انتهاء عمليات الترميم.

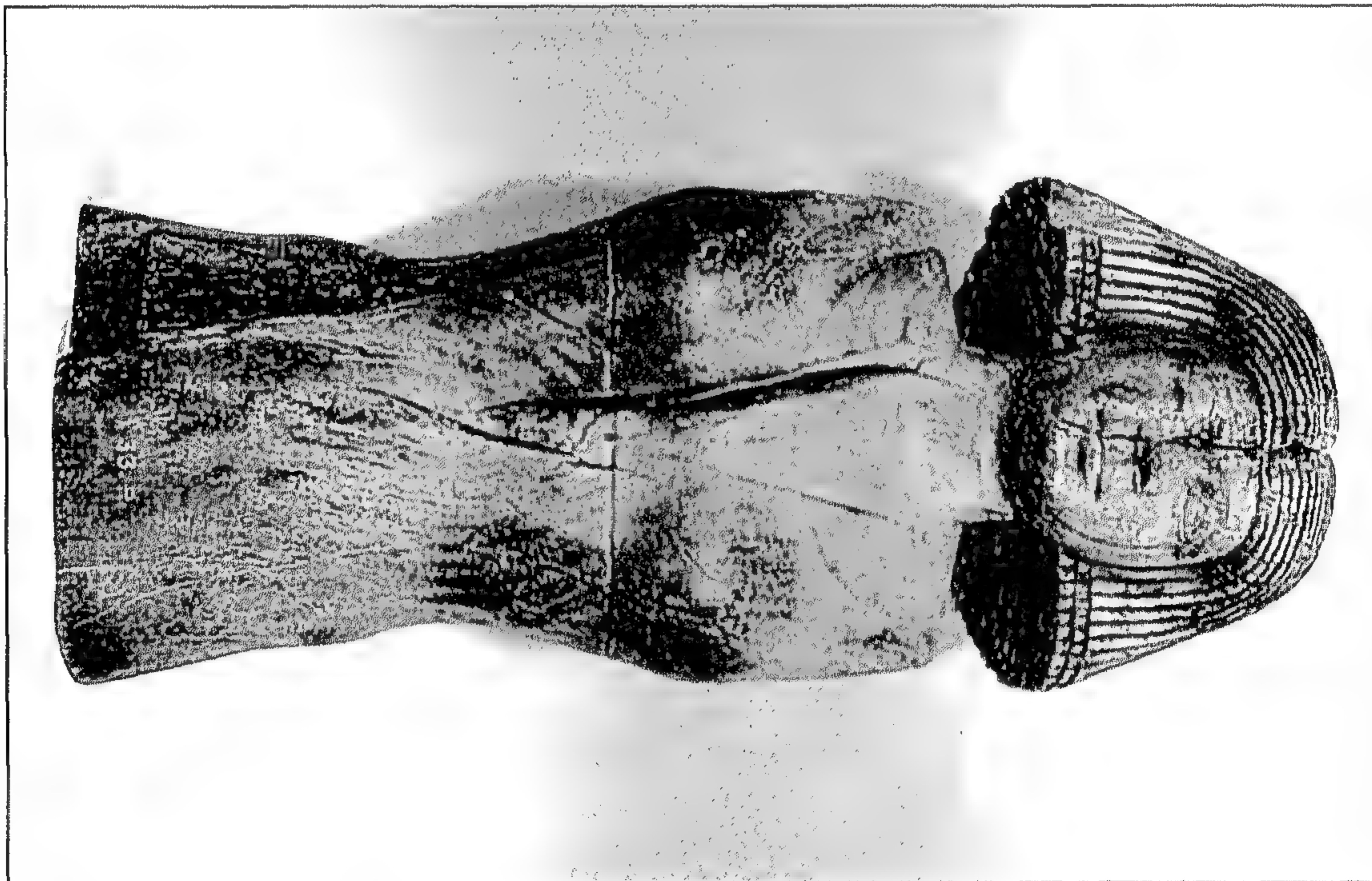
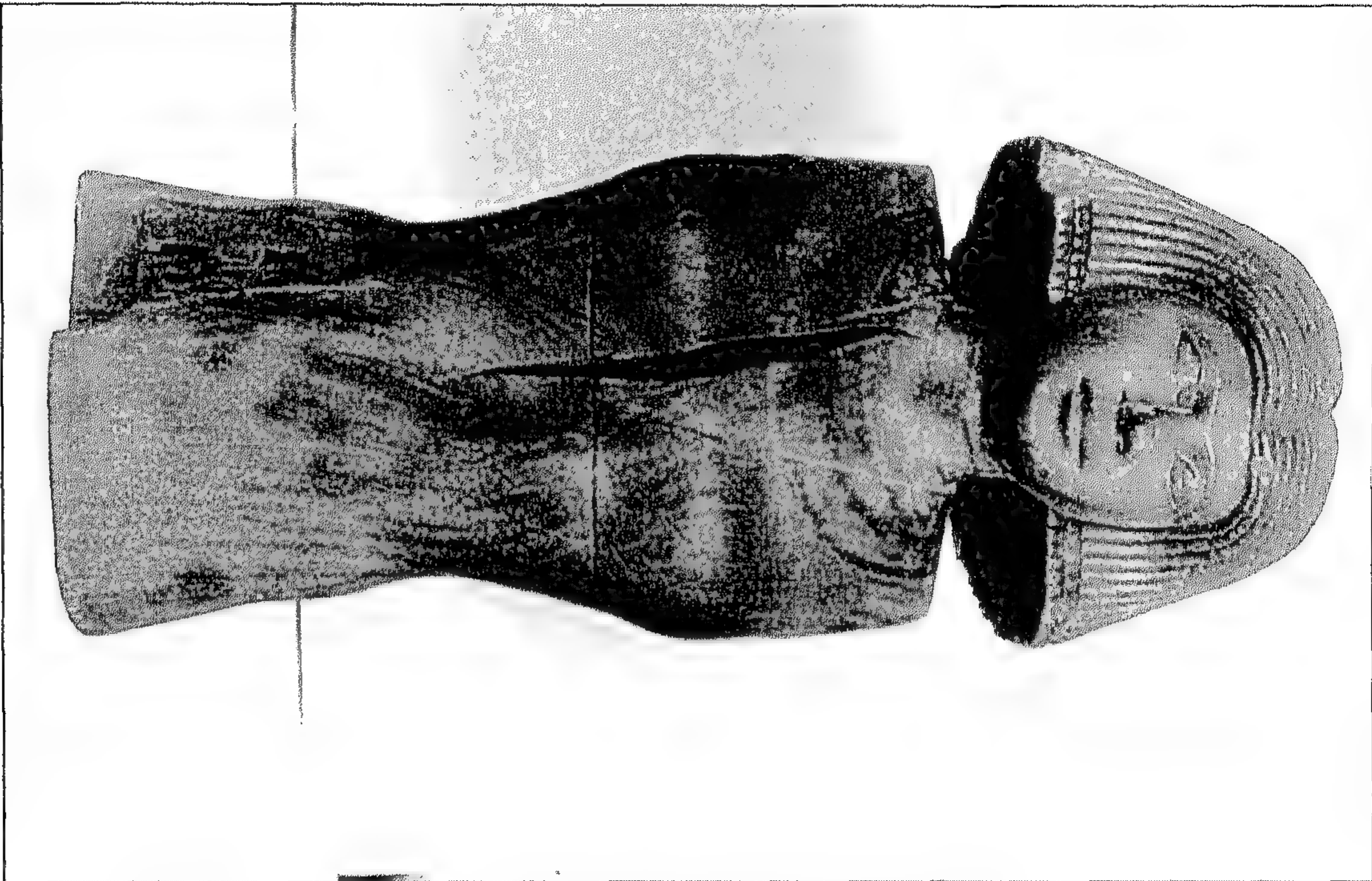


صور رقم (٢٠٣) ١-ب-ج)

تمثال السيدة التي يطلق عليها «زوجة شيخ البلد» أثناء عمليات التنظيف.

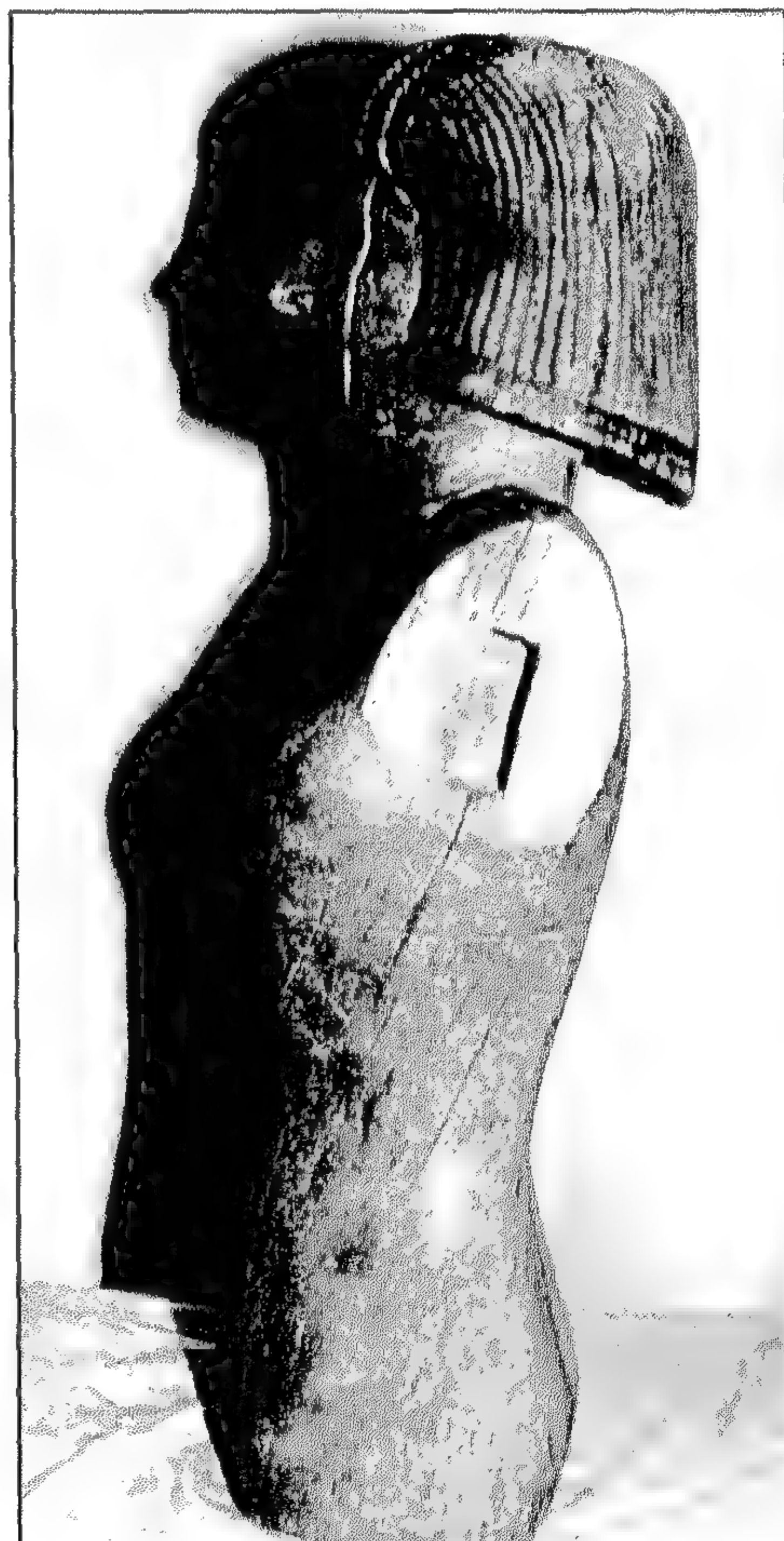


صورة رقم (٢٠٤ أ - ب)
توضح خطوات عمل بديل للجزء
المفقود من محيط خمل قطع جسم
تمثال «زوجة شيخ البلد» بالظهر.

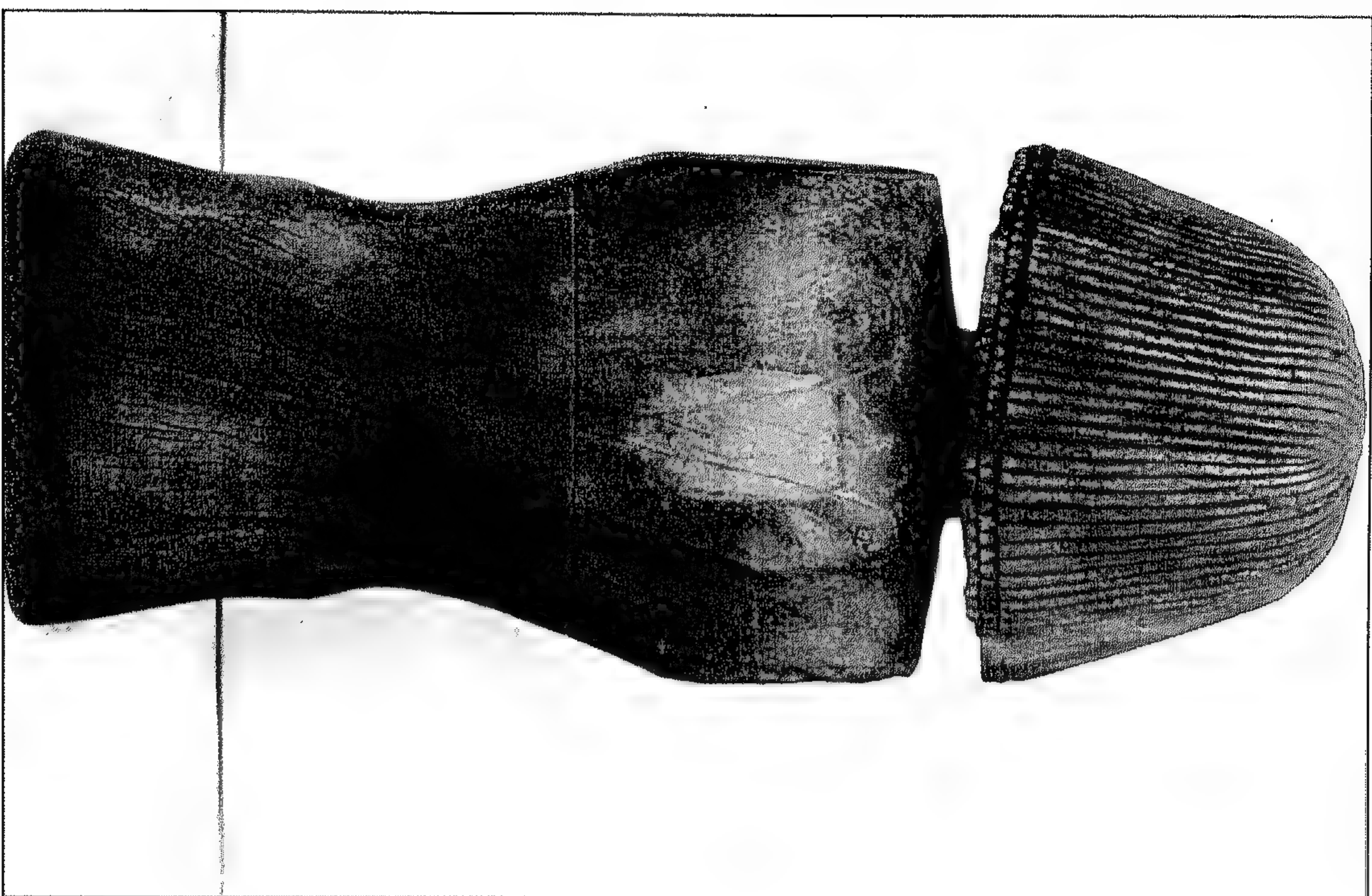


صورة رقم (٢٠٥ أ-ب)

منظر أمامي لتمثال «زوجة شيخ البلد» قبل وبعد الترميم.

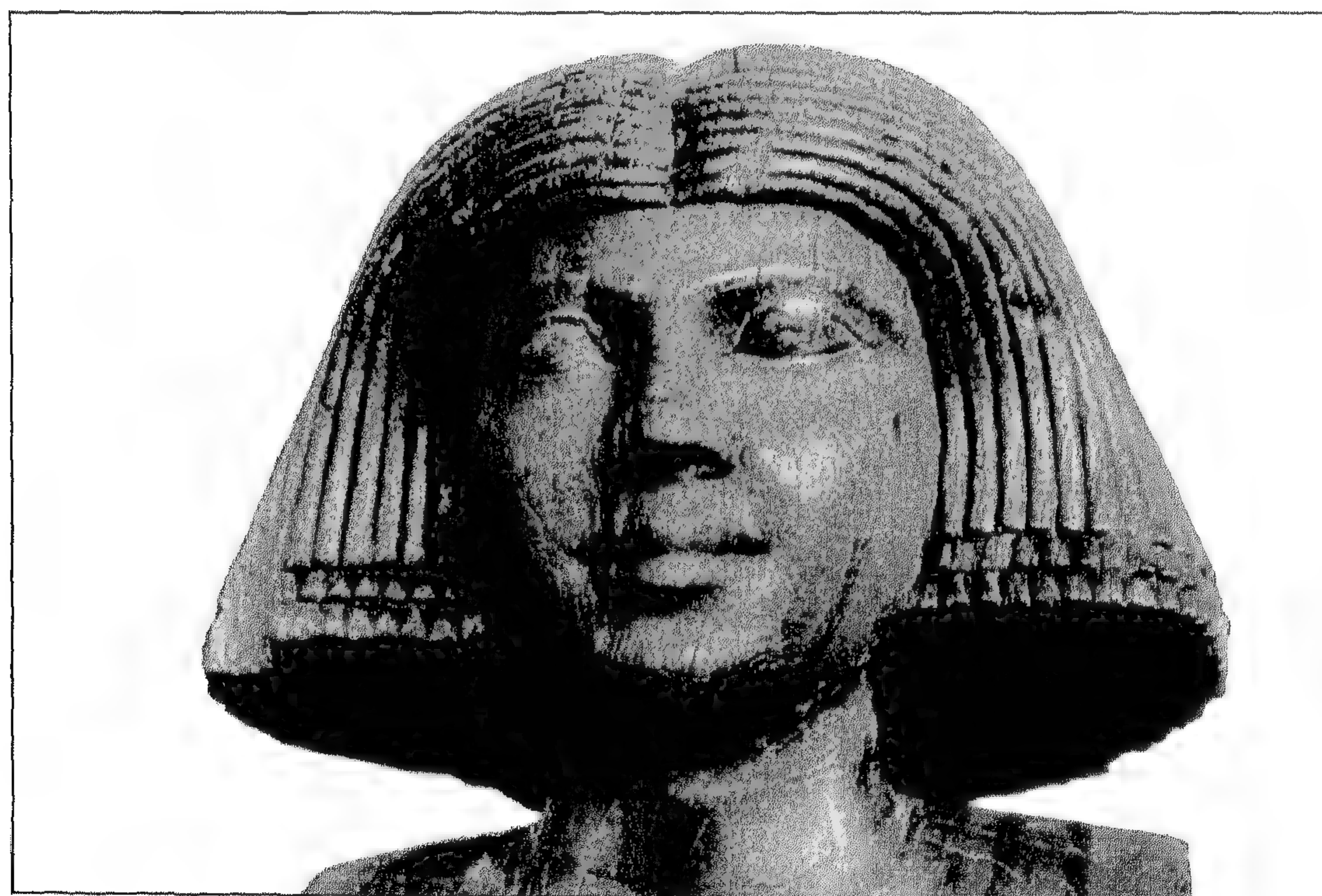
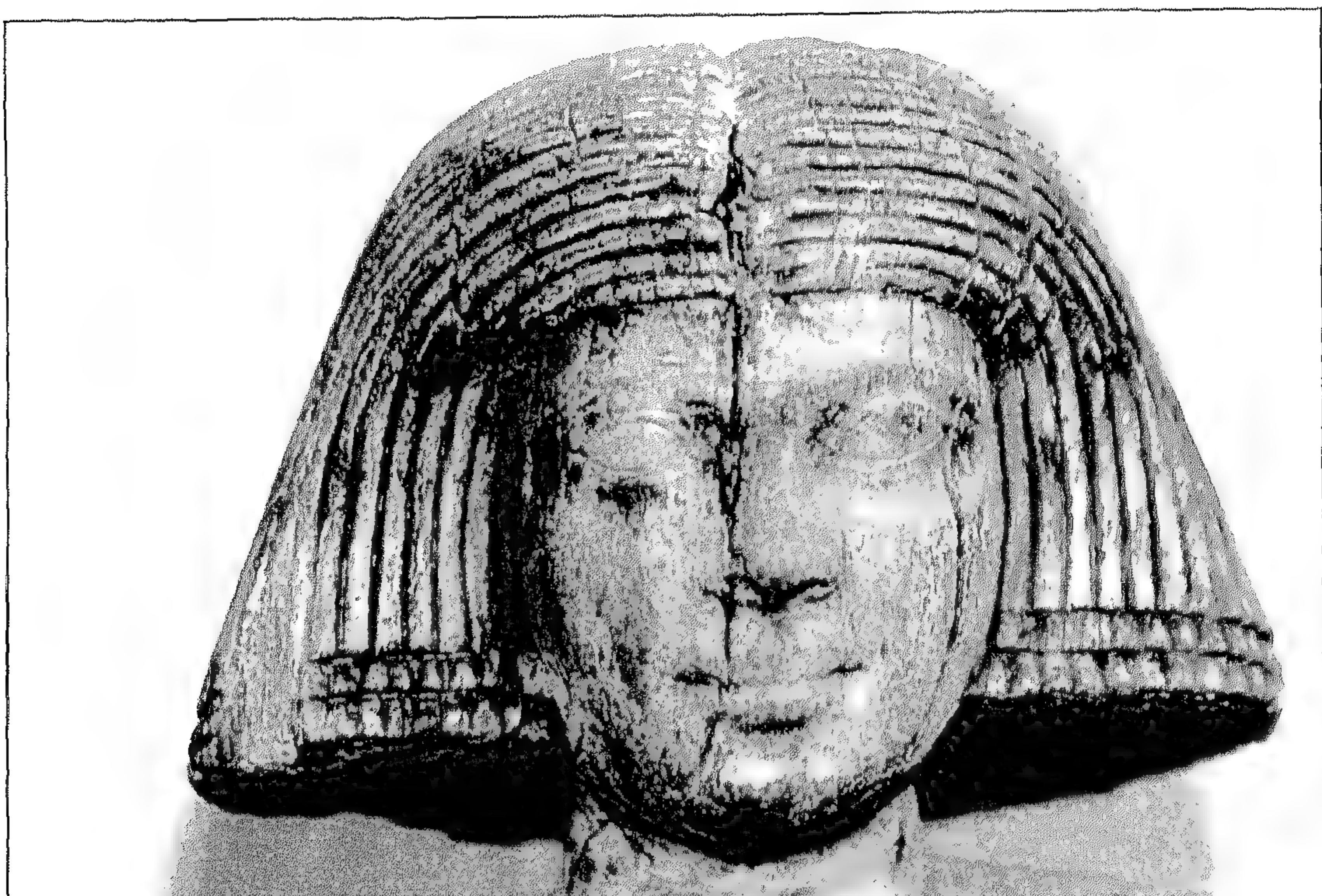


صوررقم (٢٠٦ أ-ب-ج-د)
صور جانبية لتمثال «زوجة شيخ البلد» توضح التمثال قبل وبعد الانتهاء من عمليات الترميم.



صورة رقم (٢٠٧ أ-ب)

منظر خلفي لتمثال «زوجة شيخ البلد» قبل وبعد الترميم.



صور رقم (٢٠٨ أ - ب)
وجه تمثال السيدة التي يطلق عليها «زوجة شيخ البلد» قبل وبعد الترميم.

الموضوعات

الموضوع الصفحة

* التقديم ٨-٧

المقدمة ١٠-٩

الباب الأول

١١ دراسة تسجيلية أثرية للتماثيل الخشبية المختارة

أولاً : الدراسة الأثرية ١٣

ثانياً : التسجيل الأثرى ووصف الحالة ٢٠

أ- تمثال " كاعبر " المسجل تحت رقم " ٣٤ " كتالوج ٢٠

١- الوصف الأثرى ٢٠

٢- وصف الحالة ٢١

ب- تمثال " الشاب " المسجل تحت رقم " ٣٢ " كتالوج ٣٠

١- الوصف الأثرى ٣٠

٢- وصف الحالة ٣١

ج- تمثال السيدة التي يطلق عليها " زوجة شيخ البلد " المسجلة تحت رقم " ٣٣ " ٣٨

كتالوج ٣٨

١- الوصف الأثرى ٣٨

٢- وصف الحالة ٣٩

الباب الثانى

٤٥ الفحوص والدراسات التحليلية العلمية للتماثيل الخشبية المختارة .

أولاً- التحاليل التى أجريت على عينات التماثيل الثلاثة ٤٧

١- نتائج تحاليل العينات الخاصة بأسلوب الصناعة المستخدم ٤٨

* تمثال " كاعبر " ٤٨

* تمثال " الشاب " ٥١

* تمثال " زوجة شيخ البلد " ٥٤

٢- نتائج تحاليل العينات الخاصة بمظاهر التلف ٥٦

* تمثال " كاعبر " ٥٦

* تمثال " زوجة شيخ البلد " ٥٩

الموضوع	الصفحة
٣- التعرف على نوعيات أخشاب التماثيل المختارة	٦١
* تمثال " كاعبر "	٦١
* تمثال " الشاب "	٦٣
* تمثال " زوجة شيخ البلد "	٦٤
ثانياً- دراسة الأسلوب المستخدم فى صناعة التماثيل المختارة	٦٥
* تمثال " كاعبر "	٦٥
* تمثال " الشاب "	٦٨
* تمثال " زوجة شيخ البلد "	٧٠
ثالثاً - دراسة مظاهر و عوامل التلف بالتماثيل	٧٢
١- التلف البشرى	٧٥
٢- الرطوبة النسبية	٧٩
٣- الأصابة بالحشرات	٨٣
٤- الأصابة الميكروبيولوجية	٨٩

الباب الثالث

دراسات تجريبية على مختارات من أهم المواد المستخدمة فى ترميم الأخشاب الجافة	١٠١
<u>أولاً : دراسات عمليات التقادم .</u>	١٠٣
أ- العوامل التى تسبب تدهور المواد خلال عمليات التقادم	١٠٣
١- الحرارة	١٠٤
٢- الضوء	١٠٤
٣- الغازات الجوية	١٠٤
٤- التميؤ	١٠٤
٥- التدهور البيولوجى	١٠٤
ب- التقادم المسرع	١٠٦
١- التقادم الطبيعى	١٠٦
٢- التقادم الضوئى	١٠٧
٣- التقادم الحرارى	١٠٩
<u>ثانياً : دراسات وأختبارات مواد التقوية</u>	١١٠
أ- مواد التقوية المختارة للدراسة التجريبية والتطبيقية	١١٠
١- راتنجات الأكريلك	١١٠
* بارالويد B44s	١١٠
* بارالويد B48s	١١٠
* بارالويد B67	١١١
* بارالويد B72	١١١
* بارالويد F10	١١١

الموضوع	الصفحة
* بلكسيول B597	١١١
٢ - راتنجات البولى فينيل	١١١
* البيوتيفار	١١٢
* مستحلب خلات البولى فينيل.....	١١٣
* خلات البولى فينيل AYAT.	١١٣
٣- مشتقات السليولوز	١١٣
* كلوسيل G	١١٣
* ميثيل السليولوز	١١٣
ب- اجراء عمليات تقادم على مواد التقوية المختارة	١١٣
ج - الاختبارات التى أجريت على مواد التقوية بعد التقادم	١١٤
١- اللون والشفافية	١١٤
٢- الأنكماش	١١٥
٣- المرونة	١١٥
٤- الذوبان وقابلية الأزالة	١١٦
٥- قيمة الأس الهيدروجينى	١١٧
د- سلوك مواد التقوية المتقدمة خلال التجارب السابقة	١٢٠
هـ- الدراسات التطبيقية لمواد التقوية المختارة على عينات متقدمة من الأخشاب.	١٢٠
و - التغيرات التى طرأت على عينات الأخشاب المقواة	١٢١
١- التغير فى الوزن	١٢١
٢- التغير فى المظهر واللون	١٢٤
٣- القابلية لامتصاص الماء	١٢٤
٤- التأثير على التركيب الداخلى الدقيق	١٢٥
ز - اختبارات تحديد قابلية مواد التقوية المختارة للاصابة بالفطريات ...	١٢٧
ح - نتائج دراسات واختبارات مواد التقوية	١٣٢
ثالثاً : الدراسات التجريبية على المواد والمخاليط المائية	١٣٦
أ- المواد والمخاليط التى تم اختبارها	١٣٦
١- خشب البلسا	١٣٦
٢- مخاليط راتنج الأيبوكس	١٣٦
٣- مخاليط الراتنجات الصناعية والمواد المائية الخاملة	١٣٧
٤- مخاليط الشموع	١٣٨
٥- مخاليط الغراء الحيوانى والمواد المائية الخاملة	١٣٨
٦- مخاليط جاهزة	١٣٩
ب - الاختبارات الكيفية لتحديد الخواص العامة للمواد والمخاليط المائية	١٣٩
١- إعداد العينات	١٣٩
٢- عوامل واختبارات المفاضلة بين سلوكيات المواد والمخاليط المائية	١٤٠
٣- الخواص السلوكية للمواد والمخاليط المائية خلال الاختبارات	١٤٢

الموضوع	الصفحة
ج - اختبارات تحديد الخواص الميكانيكية للمواد والمخاليط المائلة. ...	١٤٣
١- اختبارات قياس قوى الضغط .	١٤٣
٢- سلوك عينات المواد والمخاليط المائلة أثناء قياس قوى الضغط	١٤٤
٣- اختبارات قياس قوى الشد .	١٥٤
٤- سلوك عينات المواد المائلة أثناء قياس قوى الشد غير المباشر ...	١٥٤
٥- اختبارات قياس أجهاد الانحناء .	١٥٥
٦- سلوك عينات المواد والمخاليط المائلة أثناء قياس قوى الانحناء	١٥٦
د- نتائج الدراسات التجريبية للمخاليط والمواد المائلة.	١٥٩

الباب الرابع

الجانب التطبيقي لعلاج مجموعة التماثيل الخشبية التي عثر عليها بمصطبة "كاعبر"	١٦٥
--	-----

أولاً : اختيار الأسلوب الأمثل لعلاج التماثيل	١٦٧
أ- دستور الترميم الذي أتبع عند اختيار أساليب ترميم التماثيل.....	١٦٧
ب- المعايير الترميمية لمواد التقوية	١٦٨
ج- المعايير الترميمية لمواد ومخاليط التدعيم والاستكمال	١٦٩
ثانياً : المواد المختارة لترميم التماثيل .	١٦٩
أ- مواد التقوية	١٦٩
ب- المواد المائلة	١٧٠
ثالثاً : الأساليب والطرق التي استخدمت في علاج التماثيل	١٧٢
أ- مراحل ترميم تمثال " كاعبر ".....	١٧٣
١- عمليات التنظيف	١٧٣
٢- عمليات التقوية والتثبيت	١٧٥
٣- عمليات التدعيم	١٧٦
٤- علاج مظاهر التدهور بالتراكيب الصناعية المستخدمة .	١٧٨
ب- مراحل ترميم تمثال " الشاب " .	١٨٠
١- عمليات التنظيف	١٨٠
٢- عمليات التقوية .	١٨٠
٣- علاج مظاهر التلف بالجانب الأيسر للرأس	١٨١
٤- عمليات التدعيم	١٨٣
٥- تثبيت الأذرع بالجسم	١٨٣
ج - مراحل ترميم تمثال السيدة التي يطلق عليها " زوجة شيخ البلد "	١٨٤
١- عمليات التنظيف	١٨٤
٢- عمليات التقوية	١٨٥
٣- عمليات التدعيم	١٨٥
المراجع العربية .	١٨٧
المراجع الاجنبية .	١٩٢
ال لوحات	٢٠٩

